

THESE

présentée

A L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD DE LYON

pour obtenir

le titre de DOCTEUR-INGENIEUR

par

Bernard TOUCHARD

»«

Utilisation des Circuits Intégrés Logiques
pour le

Pilotage d'un Appareillage de Mesure

»«

Soutenue le 5 Mai 1971 devant la Commission d'examen

MM.

MESNARD

Président

LESPINASSE

ARNAL

ASCH

}
}
}

Examineurs

THESE

présentée

A L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD DE LYON

pour obtenir

le titre de DOCTEUR-INGENIEUR

par

Bernard TOUCHARD

»«

Utilisation des Circuits Intégrés Logiques

pour le

Pilotage d'un Appareillage de Mesure

»«

Soutenue le 5 Mai 1971 devant la Commission d'examen

MM. MESNARD Président

LESPINASSE

ARNAL

ASCH

}
Examineurs



UNIVERSITE CLAUDE BERNARD

LYON

Président : M. le Professeur J. BOIDIN.

1er Vice-Président : M. R. TOURAINE, Maître de Conférences agrégé.

2ème Vice-Président : M. P. PONCET, Maître-Assistant.

3ème Vice-Président : M. D. SETTELEN, Etudiant.

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

UNITES

DIRECTEURS

U.E.R. médicale Grange-Blanche

U.E.R. médicale Alexis-Carrel

U.E.R. médicale LYON-Nord

U.E.R. médicale LYON-Sud-Ouest

U.E.R. des Sciences pharmaceutiques

U.E.R. des Techniques de Réadaptation

U.E.R. de Biologie humaine

Institut Régional d'Education Physique
et Sportive

U.E.R. de Mathématiques

U.E.R. de Physique

U.E.R. de Chimie et Biochimie

U.E.R. des Sciences de la Nature

U.E.R. de Biodynamique et Psychopédagogie

U.E.R. de Physique nucléaire

Institut Universitaire de Technologie I

Institut Universitaire de Technologie II

Observatoire

M. le Professeur D. GERMAIN

M. le Professeur C. GIROD

M. le Professeur A. BERTOYE

M. le Professeur L. TOLOT

M. M. CARRAZ, Maître de Conférences agrégé

M. le Professeur P. MOUNIER-KÜHN

M. J.C. CZYBA, Maître de Conférences agrégé

M. J. SAPIN, Professeur E.P.S.

M. le Doyen J. BRACONNIER

M. le Professeur M. DUFAY

M. le Professeur D. GAUTHERON

M. le Professeur L. DAVID

M. le Professeur J. CHANEL

M. le Professeur A. SARAZIN

M. le Professeur L. FEUVRAIS

M. J. GALLET

M. le Professeur J.H. BIGAY

Secrétaire Général : M. P. IZAUTE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552625_0009

Première partie - INTRODUCTION

11 - Buts de l'installation	page 1
111 - Définition d'un lit fluidisé	
112 - Description de l'installation	
113 - Fonctions de l'appareillage électronique	
12 - Constitution de l'appareillage	2
121 - Description d'ensemble	
122 - Description sommaire des constituants	
123 - Schéma bloc de l'installation	

Deuxième partie - TIROIR DE LIAISON

21 - Introduction	5
211 - Fonctions du tiroir de liaison	
212 - Description d'ensemble	
22 - Eléments de service général	6
221 - Généralités	
222 - Sous-ensemble d'asservissement	
223 - Sous-ensemble d'information	
224 - Sous-ensemble d'affichage	
225 - Horloge d'identification	
23 - Commande d'un mouvement	13
231 - Généralités	
232 - Sous-ensemble d'élaboration des extrema	
233 - Sous-ensemble de validation des instructions	
234 - Sous-ensemble d'attaque du bloc de déplacement	
235 - Sous-ensemble de comptage des pas	
24 - Eléments de contrôle des mesures	20
241 - Généralités	
242 - Sous-ensemble générateur de séquence	
243 - Sous-ensemble de décodage	
25 - Liaisons extérieures	23
251 - Eléments de façade	
252 - Connecteurs de liaison	

Troisième partie - TIROIR AUXILIAIRE

31 - Introduction	27
311 - Fonctions du tiroir auxiliaire	
312 - Description d'ensemble	
32 - Commande des paramètres mécaniques	28
321 - Généralités	
322 - Sous-ensemble de commande de rotation	
323 - Affichage de la position de répartiteur	
33 - Eléments de mesure des paramètres physiques	31
331 - Généralités	
332 - Sous-ensemble générateur de créneaux	
333 - Affichage et lecture	
334 - Visualisation	

34 - Eléments de service général	page 35
341 - Généralités	
342 - Circuits d'asservissement et d'information	
343 - Circuits d'identification	
344 - Circuits de protection	
35 - Liaisons extérieures	47
351 - Eléments de façade	
352 - Connecteur de liaison	

Quatrième partie - TIROIR PILOTE

41 - Introduction	51
411 - Fonctions du tiroir pilote	
412 - Déroulement d'un essai	
413 - Description d'ensemble	
42 - Microprogrammes	53
421 - Généralités	
422 - Sous-ensemble d'initialisation	
423 - Déplacement des capteurs	
424 - Déplacement du tube d'expérience	
425 - Microprogramme de mesure	
426 - Identification de l'essai	
43 - Eléments de programmation	67
431 - Généralités	
432 - Contrôle des déplacements	
433 - Contrôle des identifications	
434 - Contrôle des mesures	
435 - Modification des enchainements	
44 - Liaison avec l'unité de traitement	77
441 - Généralités	
442 - Sous-ensemble de réception	
443 - Sous-ensemble de décodage	
444 - Sous-ensemble d'émission	
45 - Eléments d'interface	82
451 - Généralités	
452 - Commande des asservissements	
453 - Commande des mouvements	
46 - Liaisons extérieures	86
461 - Eléments de façade	
462 - Connecteur de liaison	

Cinquième partie - BAIE D'EQUIPEMENT

51 - Introduction	87
511 - Fonctions de la baie d'équipement	
512 - Description d'ensemble	
52 - Platine d'alimentation	87
521 - Généralités	
522 - Référence de tension	
523 - Alimentations stabilisées	
524 - Circuits de protection	
53 - Eléments d'interconnexion	91
531 - Fonctions	
532 - Réalisation	

54 - Eléments actifs	page 91
541 - Fonctions des éléments actifs	
542 - Relais de protection	
543 - Circuits alternatifs de puissance	
544 - Organes de manoeuvre et de visualisation	

Sixième partie - ELEMENTS EXTERIEURS

61 - Introduction	95
62 - Bloc de déplacement d'un capteur	95
621 - Généralités	
622 - Etude des chaines cinématiques	
623 - Etude des blocs d'affichage	
624 - Circuit électronique	
63 - Mesure des paramètres généraux du lit	102
631 - Généralités	
632 - Fonctionnement	
64 - Mesure des paramètres locaux du lit	104
641 - Généralités	
642 - Transducteur	
643 - Circuits d'amplification	
644 - Elaboration des résultats	
645 - Conversion analogique-digitale	
646 - Comptage et lecture	
647 - Circuits de service	
648 - Réalisation pratique	

Septième partie - CONCLUSION

71 - Buts de l'installation	110
711 - Objectifs à atteindre	
712 - Difficultés à surmonter	
72 - Appareillage utilisé	111
721 - Réalisation des dispositifs de mesure ponctuels	
722 - Réalisation des dispositifs de déplacement	
723 - Réalisation des dispositifs de pilotage	
73 - Conclusion	112

11 - BUTS DE L'INSTALLATION

111 - Définition d'un Lit Fluidisé

Un *lit fluidisé* est un état particulier d'une couche de grains solides pesants traversée par un courant fluide ascendant.

Lorsque, dans un tube fermé à sa partie inférieure par une paroi poreuse et rempli de grains solides individualisés tels que des billes de verre calibrées, on augmente progressivement le débit gazeux, on peut observer les phénomènes suivants :

- si le débit fluide est très faible les grains restent immobiles et le gaz chemine dans les espaces intergranulaires.

- si le débit fluide dépasse une certaine valeur critique, fonction des dimensions, de la forme, du poids des grains, etc..., on observe une expansion des espaces intergranulaires : chaque particule, isolée de ses voisines, flotte dans le courant gazeux. C'est le LIT FLUIDISE DENSE, analogue, d'après certains auteurs, à un liquide voisin de l'ébullition.

- si le débit continue à croître, l'expansion du lit se poursuit, d'abord régulière, puis avec des hétérogénéités de structure (bullage, pistonage, etc...).

- aux débits élevés, le phénomène retrouve une certaine régularité, chaque grain solide se comportant, en première approximation, comme s'il était seul. Dans ce LIT FLUIDISE DILUE, comparable à un gaz, le déplacement de chaque particule a l'allure d'un mouvement brownien.

- à des débits très élevés, la vitesse d'écoulement du fluide est supérieure à la vitesse de chute libre d'un grain isolé. C'est le phénomène d'ELUTRIATION, ou transport pneumatique des grains.

112 - Description de l'installation

L'installation d'étude des lits fluidisés (cf planche I) est destinée à l'exploration des propriétés des lits denses et dilués. Le but final est de préciser les analogies entre leur comportement et celui des fluides classiques.

Le dispositif comprend :

- un *Tube d'expérience* en verre de 1200 millimètres de longueur et 110 millimètres de diamètre intérieur, muni d'orifices latéraux recevant les appareils de mesure et d'observation.

- un *Bloc de répartition* à la base du tube, comportant les organes de réglage nécessaires à l'obtention d'un lit fluidisé homogène.
- un *Compresseur de service* fournissant l'air nécessaire à la création du lit fluidisé.
- un *Divergent de récupération* empêchant l'entraînement des grains hors de l'appareil.
- un *Dispositif de circulation des grains* permettant l'étude dynamique du lit.
- des *Baies d'appareillage électronique* assurant le pilotage de l'installation et l'exploitation des mesures brutes.

113 - Fonctions de l'appareillage électronique

Le tube d'expérience est équipé d'un certain nombre de capteurs ponctuels capables de mesurer dans toute une section horizontale les paramètres caractéristiques du lit fluidisé.

Ces paramètres étant des variables aléatoires, les mesures n'ont de sens que si elles sont répétées un grand nombre de fois. Ceci exige une automatisation complète de l'installation, l'exploration d'une section droite du tube d'expérience durant environ une cinquantaine d'heures.

Dans ces conditions l'appareillage de commande se présente comme un automate ayant pour tâches :

- de mesurer et de maintenir invariables pendant toute la durée d'un essai les grandeurs physiques caractéristiques du lit fluidisé.
- de protéger l'installation contre tout défaut, quelle qu'en soit l'origine.
- de commander les différentes opérations élémentaires (déplacement des capteurs, déclenchement des cycles de mesure, etc...) suivant le programme de l'essai.
- de recueillir et d'enregistrer les résultats des mesures, soit en vue de leur utilisation ultérieure, soit en vue de leur exploitation immédiate.
- de permettre une modification simple et rapide des programmes afin de faciliter le déroulement de l'étude d'ensemble.

12 - CONSTITUTION DE L'APPAREILLAGE

121 - Description d'ensemble

L'appareillage électronique de commande est un *système séquentiel micro-programmé* organisé autour d'une *mémoire centrale* où est enregistré le programme.

Il est fabriqué au moyen de circuits intégrés digitaux et fonctionne de façon asynchrone. Ce mode de travail est imposé par la disparité entre les durées des différentes opérations : quelques microsecondes pour certaines d'entre elles intéressant la mémoire, quelques secondes ou dizaines de secondes pour d'autres concernant les mouvements des capteurs.

L'ensemble de l'appareillage comprend :

- une unité centrale de contrôle des essais.
- des unités auxiliaires de mesure (oscillographe, fréquencemètre, etc...) ou de traitement des résultats.
- quatre capteurs ponctuels de mesure placés dans le tube d'expérience, auxquels sont associés quatre blocs d'électronique linéaire transmettant à l'unité de traitement les résultats des mesures brutes.
- quatre blocs électromécaniques de commande des déplacements échangeant avec l'unité centrale des informations nécessaires à l'exécution des mouvements des capteurs.
- des organes électromécaniques de contrôle des paramètres physiques du lit fluidisé, pilotés par l'unité centrale.

122 - Description sommaire des différents constituants

1221 - Unité centrale

L'unité centrale est logée dans une baie rack standard (19 pouces, six unités) où sont rassemblés :

- une *platine d'alimentation* fournissant à l'installation les différentes tensions, stabilisées ou non, nécessaires à son fonctionnement.
- un *tiroir pilote* (2/8,5 unités) recevant :
 - . la mémoire de stockage du programme d'un essai.
 - . les mémoires de microprogrammation
 - . les décodeurs de commande des différentes manoeuvres
 - . les organes de contrôle et de modification du programme.
- un *tiroir auxiliaire* (2/8,5 unités) recevant :
 - . les organes de contrôle des paramètres physiques du lit fluidisé.
 - . les automates de commande de certaines opérations
 - . les organes de sécurité protégeant l'installation contre tout défaut.
- quatre *tiroirs de liaison* (1/8,5 unités) où sont logés les automates élaborant, à partir des instructions émises par le tiroir pilote et des informations fournies par les blocs de mesure et de déplacement, les ordres de commande des différentes opérations (mouvements, affichages, etc...).

1222 - Unités auxiliaires

Les unités auxiliaires, constituées d'appareils de mesure et de traitement des résultats, sont en principe logées dans des baies rack 19 pouces. Leur nombre, leur

nature et leurs performances dépendront des besoins apparaissant au fur et à mesure du déroulement des essais.

1223 - Blocs de mesure

Chaque bloc de mesure, mécaniquement lié au tube d'expérience, comporte :

- un *transducteur* à jauges de contrainte transformant en signaux électriques les paramètres aléatoires caractérisant les propriétés locales du lit fluidisé.
- un *bloc électronique* utilisant, entre autres, des amplificateurs linéaires et des convertisseurs analogiques digitaux. Il alimente le transducteur et met les signaux bruts qu'il reçoit sous une forme directement exploitable par l'unité de traitement.

1224 - Blocs de déplacement

Les quatre blocs de déplacement, ensembles électromécaniques solidaires du tube d'expérience, ont pour fonctions :

- d'exécuter les ordres de déplacement du capteur c'est-à-dire d'assurer :
 - . la translation de l'élément sensible le long d'un diamètre du tube d'expérience,
 - . la rotation de la fenêtre de mesure autour de l'axe de translation.
- d'élaborer les signaux nécessaires à l'exécution correcte de ces instructions
- d'émettre en temps voulu les informations relatives à la position du capteur.
- de détecter et de signaler les défauts pouvant apparaître à l'intérieur du bloc de déplacement.

1225 - Commandes auxiliaires

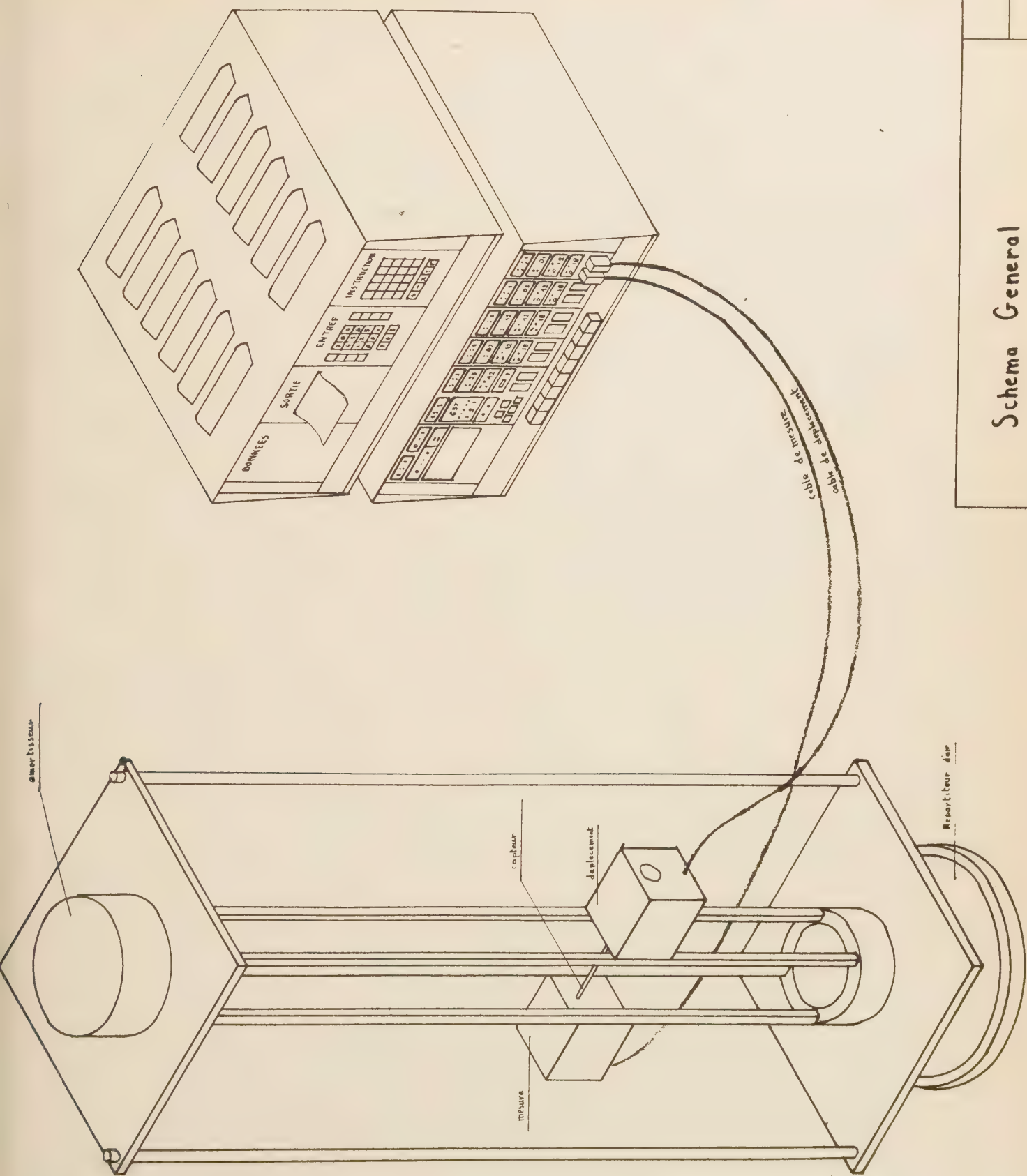
Tous les paramètres caractéristiques d'un essai (grandeurs physiques fondamentales, position de certains organes, etc...) sont contrôlés par un système électromécanique approprié piloté par le tiroir auxiliaire et lui fournissant les renseignements nécessaires au bon fonctionnement de l'ensemble.

Suivant les cas ces systèmes électromécaniques seront :

- des installations de commande des mouvements analogues aux blocs de déplacements des capteurs.
- des électrovannes à deux ou plusieurs positions.
- des servomécanismes de régulation de débits, pressions, etc...

123 - Schéma bloc de l'installation

La figure 121 représente les implantations des différents éléments et précise leurs interconnexions.



TIROIR DE LIAISON

21 - INTRODUCTION

211 - Fonctions du tiroir de liaison

Chaque tiroir de liaison sert de trait d'union entre le tiroir pilote générateur de programme et les systèmes (électroniques linéaires ou électromécaniques) associées au capteur correspondant. Il a pour tâches :

- d'élaborer, à partir des instructions reçues du tiroir pilote, les ordres de déplacement du capteur ou de mesure des paramètres locaux du lit fluidisé.
- d'engendrer, grâce aux renseignements fournis par les blocs associés au capteur, les informations nécessaires à l'unité pilote.
- de fournir les indications visuelles sur la position du capteur et sur son fonctionnement.
- de permettre une commande manuelle, sans perturbation du programme général.
- de détecter les défauts éventuels et de les signaler aux dispositifs de protection.

212 - Description d'ensemble

2121 - Schéma électrique

Afin de satisfaire aux exigences énumérées ci-dessus, le schéma électrique du tiroir de liaison, tel qu'il est représenté sur la figure 211, fait appel à quelques transistors et composants discrets associés à des circuits intégrés digitaux de la famille RTL.

Ces différents constituants sont groupés en un certain nombre de petits sous-ensembles que l'on peut classer, pour plus de commodité, en :

- éléments de service général (sécurité, sélection, identification).
- éléments de commande de la translation
- éléments de commande de la rotation
- éléments de contrôle des mesures.

2122 - Réalisation mécanique

La figure 212 représente une perspective éclatée de ce tiroir de dimensions normalisées (1/8,5 unités). Elle montre :

- le panneau de façade de 3 millimètres d'épaisseur où sont rassemblés tous les organes de contrôle et de signalisation.
- les deux longerons inférieurs entre lesquels sont emprisonnés les connecteurs à 14 contacts où viennent s'enficher les différents sous-ensembles individuels.
- la vis d'embrochage et de verrouillage du tiroir dans son alvéole.
- les plaques transversales et longerons supérieurs assurant la rigidité de l'ensemble.
- les deux connecteurs à 18 contacts sur la face arrière.
- les sous-ensembles élémentaires, blocs de 127 mm x 42 x 15 formés de l'assemblage, par entretoises collées, de deux plaquettes imprimées simple ou double face où sont implantés les différents constituants.

22 - ELEMENTS DE SERVICE GENERAL

221 - Généralités

2211 - Fonctions

Les sous-ensembles de service général ont pour fonctions :

- de rendre l'ensemble du tiroir sensible aux instructions émises par l'unité pilote au cours du déroulement du programme.
- de fournir à l'unité pilote les informations de service nécessaires.
- de détecter les défauts éventuels et de les signaler aux circuits de protection.
- de transmettre à l'unité de traitement des données les renseignements facilitant le dépouillement ultérieur des résultats (numéro et cote du capteur, position exacte de celui-ci, etc...).

2212 - Composition

Les sous-ensembles de service général occupent quatre blocs élémentaires.

- sécurité et asservissement
- identification et renseignement de l'unité centrale.
- lecture de cote
- horloge d'identification

222 - Sous-ensemble d'asservissement

2221 - Schéma de principe

La figure 221, agrandissement de l'une des figurines du plan général (fig. 211), montre le schéma de principe de ce bloc élémentaire et permet d'obtenir ses

équations logiques :

$$A = \overline{3.4}$$

$$B = \overline{A} = 3 + 4$$

$$10 = \overline{B} = A = \overline{3 + 4}$$

$$11 = C = \overline{A.5} = (3 + 4) \overline{5}$$

$$L = \overline{5}$$

$$T = \overline{6}$$

$$G = \overline{5.T} = \overline{5.6} = \overline{5 + 6}$$

$$R = \overline{5.7} = \overline{5 + 7}$$

$$J = 5 + R + J \overline{G} = 5 + \overline{5.7} + \overline{6} J$$

$$K = \overline{J} = G + K (\overline{5.R}) = \overline{5} (6 + 7 K)$$

$$12 = E = B + 5 + J = 3 + 4 + 5 + \overline{5.7} + \overline{6.J}$$

$$14 = F = B + L + K = 3 + 4 + \overline{5}$$

$$15 = H = \overline{G} = 5 + \overline{6}$$

$$16 = M = \overline{8.E}$$

$$17 = P = \overline{9.E}$$

$$18 = V = \overline{S^*} = \overline{5.6^*}$$

2222 - Fonctionnement en régime asservi

Dans cette configuration, qui correspond au fonctionnement normal sous le contrôle de l'unité centrale, la borne (5) est maintenue au niveau logique ZERO (potentiel de la masse) par un commutateur manuel de façade (commutateur de mode).

Détection et signalisation des défauts

Si un défaut se manifeste sur un câble de liaison, sur le boîtier de déplacement ou sur le bloc électronique, l'entrée correspondante (bornes 3 ou 4) se trouve portée au niveau logique UN à travers l'une ou l'autre des résistances R_1 ou R_2 , amenant la sortie de A au niveau ZERO et celle de B au niveau UN. Il en résulte :

- une saturation du transistor T_1 à travers R_3 et l'allumage du voyant rouge de façade connecté entre la borne (10) et une source + 12 volts.

- l'établissement d'un niveau UN sur la borne (11) à la sortie de C. Les circuits de protection sont ainsi informés de la présence d'un défaut sur la voie de mesure considérée.

- le blocage au niveau logique UN des bornes (12) et (14), connectées aux sorties des Buffers E et F travaillant en circuits logiques OU : aucune manoeuvre n'est possible aussi longtemps que le défaut persiste.

Asservissement à l'unité centrale

Lorsqu'un *créneau positif* (passage du niveau logique ZERO au niveau logique UN pendant quelques microsecondes), est appliqué sur (6) et inversé par T, il donne naissance, à la sortie de G, à un nouveau créneau positif ayant pour fonctions :

- d'engendrer sur (15) à la sortie de H, un créneau négatif signalant à l'unité pilote l'exécution de l'ordre d'asservissement.

- d'armer la bascule statique J, K, provoquant ainsi :

- . la saturation de T_2 à travers R_4 et l'allumage d'un voyant connecté à la borne (13).
- . le blocage au niveau UN de la borne (14) sortie du buffer F, qu'il y ait ou non défaut. Ce blocage renforce celui imposé par l'inverseur L connecté à la borne (5).
- . l'amenée de la borne (12) sortie du buffer E au niveau logique ZERO si aucun défaut n'est présent.

Validation de certaines instructions

Un créneau négatif arrivant sur la borne (8) (instruction d'identification) donne sur la borne (16), à la sortie de la porte M, un créneau positif utilisé par un autre sous-ensemble.

De même, un créneau négatif arrivant sur la borne (9) (instruction de mesure) donne sur la borne (17), à la sortie de la porte P, un créneau positif utilisé par les circuits de mesure.

Isolement du tiroir

L'arrivée d'un créneau négatif sur la borne (7) engendre, à la sortie de R, un créneau positif qui provoque :

- l'apparition d'un niveau UN sur la borne (12) à cause du désarmement de la bascule statique J, K.

2223 - Fonctionnement sous contrôle manuel

Dans cette configuration, qui correspond à un fonctionnement exceptionnel, la borne (5) est maintenue au niveau logique UN par le commutateur de mode.

Détection et signalisation des défauts

Comme dans le fonctionnement normal, la présence d'un défaut se traduit par :

- l'allumage du voyant rouge de façade connecté à la borne (10)
- le blocage au niveau UN des sorties (12) et (14), interdisant toute manœuvre en présence du défaut.

- l'impossibilité de signaler le défaut aux circuits de protection puisque la présence d'un niveau UN sur la borne (5) maintient fermée la porte C.

Autorisation des commandes manuelles

En l'absence de défaut, la bascule statique J, K se trouve bloquée en position de repos ($J = 1$, $K = 0$). Toutes les entrées de F, donc sa sortie, sont alors

maintenues au niveau logique ZERO : les commandes manuelles sont ainsi rendues actives.

Interdiction des opérations de sélection

Les instructions de sélection ou d'isolement envoyées par l'unité pilote sur les bornes (6) ou (7) ne peuvent atteindre la bascule J, K qui est verrouillée en position de repos ($J = 1$). Par contre l'ordre d'asservissement arrivant sur (6) franchit S ouverte par L pour donner sur (18) à la sortie de l'expandeur V un créneau négatif avis d'indisponibilité en direction du générateur de programme.

2224 - Réalisation pratique

La figure 222 représente les deux plaquettes imprimées simple face constituant le sous-ensemble d'asservissement.

Les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes, ainsi que les conditions particulières de l'essai sont rassemblées dans le tableau 221.

223 - Sous ensemble d'information

2231 - Schéma de principe

La figure 223 montre le schéma de principe de ce bloc élémentaire et permet d'écrire ses équations logiques :

$$E = \overline{5}$$

$$15 = H = \overline{5}^*$$

$$C = \overline{3 + E} = \overline{3.E} = \overline{3.5}$$

$$13 = F = \overline{C}^* = \overline{3.5}^*$$

$$D = \overline{4 + E} = \overline{4.E} = \overline{4.5}$$

$$14 = G = \overline{D}^* = \overline{4.5}^*$$

$$P = \overline{7 + 8 + 9 + 10}$$

$$M = \overline{17 + P} = \overline{17} (7 + 8 + 9 + 10)$$

$$N = \overline{M + K}$$

$$16 = J = \overline{N} = M + K = 6 + \overline{17} (7 + 8 + 9 + 10)$$

2232 - Fonctionnement du circuit d'identification

Les deux bornes (3) et (4), reliées directement au connecteur général du tiroir, indiquent, en logique négative, son numéro d'ordre par le fait même de son enfichage dans la baie.

Le créneau positif de lecture du numéro d'ordre du capteur, appliqué à la borne (5), est inversé par E puis franchit les portes C et D si le niveau logique des bornes (3) et (4) le permet.

Les sorties C et D, ainsi que le créneau positif de lecture, sont appliquées aux trois expandeurs F, G, H dont les sorties sont connectées à celles de portes normales situées sur un autre bloc. Les bornes (13) à (15) fournissent alors, en logique négative DCB, le numéro d'ordre du capteur, compris entre 4 et 7.

2233 - Fonctionnement du circuit de fin d'opération

Le circuit de fin d'opération a pour rôle de fournir à l'unité pilote l'information relative à l'achèvement d'une opération.

Les bornes (7) à (10) reçoivent des autres sous-ensembles des créneaux positifs de fin d'opération, créneaux appliqués sur les entrées d'une porte quadruple P.

Le créneau négatif émis par P ne peut franchir la porte M que si celle-ci est ouverte par la présence d'un niveau logique ZERO sur la borne (17) (ce niveau ZERO est fourni par la borne (12) de la plaquette d'asservissement). Ce montage évite que les signaux de fin d'opération ne soient transmis à l'unité pilote lors d'un fonctionnement sous contrôle manuel.

La sortie de M attaque l'une des entrées de l'expandeur N dont la sortie, sur la borne (16), fournit à l'unité pilote l'information de fin d'exécution.

Le créneau négatif issu de la borne (15) du sous-ensemble d'asservissement, appliqué à la borne (6), atteint, après inversion par K, la seconde entrée de l'expandeur N. Ce montage permet au programme général de n'être pas perturbé par l'isolement d'un capteur.

2234 - Réalisation pratique

La figure 224 représente les deux plaquettes imprimées simple face constituant le sous-ensemble d'information.

Les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes, ainsi que les conditions particulières de l'essai, sont indiquées par le tableau 222.

224 - Sous-ensemble d'affichage

2241 - Schéma de principe

La figure 225, montre le schéma de principe de ce bloc d'affichage et donne ses équations logiques :

$$\begin{array}{llll} F = \overline{8} & G = \overline{9} & A = \overline{3 + F} = \overline{3.8} & B = \overline{4 + G} = \overline{4.9} \\ & C = \overline{5.9} & D = \overline{6.9} & E = \overline{7.9} & W = \overline{10} \\ H = \overline{A + B + 11} & & 12 = V = \overline{T^*} = \overline{3.8 + 4.9 + 11^*} \\ J = \overline{C + 10 + 13} & & 14 = S = \overline{R^*} = \overline{10 + 5.9 + 13^*} \\ K = \overline{D + 10 + 15} & & 16 = Q = \overline{P^*} = \overline{10 + 6.9 + 15^*} \\ L = \overline{E + 10 + 17} & & 18 = N = \overline{M^*} = \overline{10 + 7.9 + 17^*} \end{array}$$

2242 - Fonctionnement

Les informations relatives à la cote du capteur, fournies en logique négative par le bloc de déplacement, arrivent sur les bornes (3) à (7) et attaquent les portes A à D.

Le créneau positif de lecture des dizaines, arrivant sur la borne (8), est inversé par F avant d'atteindre A. Le créneau positif émergeant de A franchit successivement H, T et V pour donner finalement un créneau négatif sur la borne (12) connectée à l'unité pilote.

Le créneau positif de lecture des unités, arrivant sur la borne (9), est inversé par G avant d'atteindre les portes B, C, D, E. Les créneaux positifs qui en émergent franchissent chacune une cascade de trois portes, inverseurs et expanseurs pour donner finalement des créneaux négatifs, codés suivant la cote du capteur, sur les bornes (12), (14), (16) et (18). Ce montage un peu compliqué est imposé par la nécessité technologique de ne pas mettre plus d'un certain nombre d'expanseurs à la sortie d'une porte normale.

Le créneau négatif arrivant sur la borne (10) donne, après inversion par W, un créneau négatif sur les trois bornes (14), (16) et (18). Ce signal sera interprété par l'unité d'impression comme un ordre d'espacement entre deux chiffres d'une même ligne.

Les bornes (11), (13), (15) et (17), reliées aux sorties des portes H, J, K, L, permettent la mise en parallèle de plusieurs expanseurs montés sur d'autres sous-ensembles.

2243 - Réalisation pratique

La figure 226 représente les deux plaquettes imprimées simple face constituant le sous-ensemble d'affichage de la cote.

Le tableau 223, lui, donne les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes ainsi que les conditions particulières d'essai.

225 - Horloge d'identification

2251 - Schéma de principe

La figure 227, donne le schéma de principe de l'horloge d'identification, simplement constituée d'un compteur à glissement et d'un décodeur. Elle permet d'écrire les équations logiques des différentes sorties.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
B	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
C	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
D	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
E	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
F	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

$$\begin{aligned}
 G &= \overline{3} & H &= \delta 3 & I &= \delta'3 & J &= \overline{I} = \overline{\delta'3} & K &= \overline{L} = M \\
 4 &= M = \overline{E}.F \delta'3 & 5 &= N = \overline{DE} \delta'3 & 6 &= P = \overline{CD} \delta'3 \\
 7 &= Q = \overline{AB} \delta'3 & 8 &= 5 = A.F \delta'3 & 9 &= S = \overline{DE} \delta'3 \\
 10 &= T = \overline{CD} \delta'3 & 11 &= U = \overline{AB} \delta'3 \\
 V &= \overline{BC} \delta'3 & W &= \overline{EF} \delta'3 & X &= \overline{BC} \delta'3 \\
 12 &= Y = \overline{V + W + X} = \delta'3 (\overline{BC} + \overline{EF} + \overline{BC})
 \end{aligned}$$

2252 - Fonctionnement

Les créneaux positifs d'identification, appliqués à la borne (3) agissent :

- sur les entrées d'horloge des six bascules JK repérées A à F après avoir été inversés par le buffer G.
- sur le générateur de retard H, de délai réglable, suivi du générateur de créneau (lui aussi ajustable) I.

La sortie du générateur I agit, à travers le buffer inverseur J, sur les 11 décodeurs M à X.

La première impulsion d'identification, après avoir mis le compteur dans la configuration UN, engendre à la sortie de I un créneau qui peut franchir la porte U, seule ouverte, en donnant sur la borne (11) un créneau positif de lecture du numéro d'ordre du capteur.

La seconde impulsion d'identification, mettant le compteur dans la configuration DEUX, ouvre la porte V, donnant ainsi un créneau négatif d'espacement sur la borne (12) à la sortie de Y.

Les deux impulsions suivantes, ouvrant successivement T et S, donnent sur les bornes (10) et (9) les créneaux de lecture de la cote du capteur.

La cinquième impulsion, provoquant, à travers W, l'émission d'un nouvel ordre d'espacement apparaissant sur (12).

Les impulsions de rangs 6 et 7, donnent sur (8) et (7), à travers R et Q, les ordres de lecture de l'abscisse de l'élément sensible du capteur.

La huitième impulsion émet un nouvel ordre d'espacement.

Les impulsions 9 et 10 provoquent, à travers (6) et (5) la lecture de l'orientation de la fenêtre de mesure du capteur.

La onzième impulsion donne, sur la borne (4) à la sortie de M, une information de fin d'identification. Elle provoque en outre la mise à zéro du compteur grâce à l'inverseur L suivi du buffer K.

2253 - Réalisation pratique

La figure 228 représente les deux plaquettes imprimées constituant l'horloge d'identification. Les caractéristiques des signaux apparaissant sur différentes bornes, ainsi que les conditions particulières d'essai, sont résumées dans le tableau 224.

23 - COMMANDE DES MOUVEMENTS

231 - Généralités

2311 - Fonctions

Les sous-ensembles de commande des mouvements ont pour fonctions :

- d'élaborer, à partir des instructions émises par l'unité pilote, les ordres de translation et de rotation destinés au bloc de déplacement du capteur.
- de définir, à partir des renseignements fournis par le bloc de déplacement, les verrouillages, détections et informations nécessaires au déroulement de l'essai.

2312 - Composition

Les circuits de commande des mouvements sont répartis en sept sous-ensembles élémentaires :

- deux sous-ensembles identiques d'affichage de la position et d'élaboration des extréma, l'un destiné à la commande de translation, l'autre à celle de rotation.
- deux sous-ensembles identiques de validation des instructions émises soit par l'unité pilote, soit à partir du panneau de commande manuelle.
- deux sous-ensembles identiques d'attaque du bloc de déplacement, l'un commandant la translation, l'autre la rotation.
- un sous-ensemble de comptage des pas élémentaires, commun aux deux mouvements puisque, par construction, ceux-ci ne peuvent jamais être simultanés.

232 - Sous-ensemble d'affichage de la position et d'élaboration des extréma

2321 - Schéma de principe

La figure 231, montre le schéma de principe de ce sous-ensemble et met en évidence son triple rôle :

- fournir à l'unité centrale, sous le contrôle de l'horloge d'identification, les informations relatives à la position du capteur.
- limiter l'amplitude des déplacements du capteur à l'intérieur de la veine d'expérience. Les extréma *absolus* ainsi élaborés jouent le rôle de *butées* infranchissables sans risque de détérioration.
- permettre l'établissement d'extréma *relatifs* limitant, pour un essai donné,

le domaine exploré par le capteur.

Les équations logiques de ce sous-ensemble s'écrivent, en supposant que :

- . le maximum absolu est égal à 59, le maximum relatif égal à 45
- . le minimum absolu est égal à zéro, le minimum relatif égal à 27.

$$QR = \overline{3.4.5.6.7.8.9}$$

$$ST = \overline{3.4.5.6.7.8.9}$$

$$VW = 3.4.5.6.7.8.9$$

$$XY = 3.\overline{4.5.6.7.8.9}$$

$$U = \overline{ST + QR}$$

$$12 = \overline{18.U} = \overline{18} (ST + QR)$$

$$Z = \overline{VW + XY}$$

$$13 = \overline{18.Z} = \overline{18} (VW + XY)$$

$$A = \overline{10}$$

$$B = \overline{11}$$

$$J = \overline{9.B} = \overline{9.11}$$

$$E = \overline{5.10}$$

$$H = \overline{8.11}$$

$$D = \overline{4.10}$$

$$G = \overline{7.11}$$

$$C = \overline{3.10}$$

$$F = \overline{6.11}$$

$$14 = K = \overline{F^*} = \overline{6.11}$$

$$15 = L = \overline{C + G^*} = \overline{3.10 + 7.11^*}$$

$$16 = M = \overline{D + H^*} = \overline{4.10 + 8.11^*}$$

$$17 = N = \overline{E + J^*} = \overline{5.10 + 9.11^*}$$

2322 - Fonctionnement

Les informations sur la position du capteur, fournies en logique négative par le bloc de déplacement, arrivent sur les bornes (3) à (5) pour le chiffre des dizaines, (6) à (9) pour celui des unités.

Lecture de position

Le créneau positif de lecture des dizaines, appliqué sur la borne (10), est inversé par A avant d'atteindre les portes C, D, E. Les créneaux positifs émergeant de celles de ces portes ouvertes par le codage de position franchissent les expanseurs L, M, N pour donner sur les bornes (15) à (17) des créneaux négatifs transmis à l'unité pilote par l'intermédiaire du sous-ensemble d'affichage (§ 224).

De même, le créneau positif de lecture des unités, appliqué à la borne (11) et inversé par B, franchit celles des portes F, G, H, I ouvertes par le codage pour donner, à travers les expanseurs K, L, M, N, des créneaux négatifs sur les bornes (14) à (17).

Elaboration des maxima

Pendant toute la durée d'un pas élémentaire de déplacement la borne (18) est maintenue au niveau logique UN, empêchant toute transmission intempestive de l'information relative aux extréma.

Les renseignements codés arrivant sur les bornes (3) à (9) et leurs compléments, fournis par les inverseurs P₁ à P₇, attaquent :

- à travers des cavaliers soudés, les portes Q et R définissant le maximum absolu.
- à travers des shunts embrochables, les portes S et T définissant le maximum relatif.

Les sorties de QR et de ST attaquent une porte U à deux entrées, dont la sortie, à travers U' ouverte par (18), impose à la borne (12) un niveau logique UN lorsque l'avance maximum autorisée est atteinte.

Elaboration des minima

Le dispositif d'élaboration des minima est strictement identique au précédent. Il utilise les portes V et W pour la définition du minimum relatif, X et Y pour celle du minimum absolu, les deux portes Z et Z' imposant à la borne (13) un niveau logique UN lorsque le minimum est atteint.

2323 - Réalisation pratique

La figure 232 représente les deux plaquettes imprimées double face constituant le sous-ensemble d'élaboration des extréma.

Le tableau 231 indique les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes et précise les conditions particulières de l'essai.

233 - Sous-ensemble de validation des instructions

2331 - Schéma de principe

La figure 233, représente le schéma de principe de ce sous-ensemble et donne ses équations logiques.

$$A = \overline{3} \quad B = \overline{A.7} = 3.\overline{7} \quad S = \overline{9.4} \quad C = \overline{B + S}$$

$$D = \overline{6 + C} = \overline{6} (B + S) = \overline{6} (3.\overline{7} + \overline{9.4})$$

$$12 = E = 5 + P + 12.\overline{D} = 5 + \overline{15} + \overline{(6 + 3.\overline{7} + 4.\overline{9})} E$$

$$J = \overline{10 + 11} \quad K = \overline{J.7} = \overline{7} (10 + 11) \quad W = \overline{9.8} \quad L = \overline{K + W}$$

$$M = \overline{6 + L} = \overline{6} (K + W) = \overline{6} (\overline{7.10} + \overline{7.11} + 8.\overline{9})$$

$$15 = N = 5 + F + 15.\overline{M} = 5 + \overline{12} + \overline{(6 + \overline{7.10} + \overline{7.11} + 8.\overline{9})} N$$

$$16 = Q = 11 + \overline{5.Q}$$

$$14 = H \delta 6$$

$$Z = \delta H = \delta'6$$

$$13 = G = \overline{Z.D.M} = \overline{\delta'6} (6 + LC) = \overline{\delta'6 + B + S + K + W}$$

2332 - Fonctionnement

Fonctionnement en régime automatique

Lorsque le système est asservi à l'unité pilote, la borne (9) est au niveau logique UN tandis que la borne (7), au niveau logique ZERO, ouvre les portes B et K.

Dans l'état de repos, moteur arrêté, la borne (6), au niveau ZERO, ouvre les portes D et M.

Un créneau positif d'avance, appliqué par l'unité pilote sur la borne (3) et inversé par A, franchit B et C pour donner finalement à la sortie de D un créneau positif qui :

- arme la bascule statique E, F en imposant ainsi un niveau logique ZERO à la borne (12).
- donne sur la borne (13), à la sortie de G, un créneau négatif qui, exploité par la plaquette d'attaque (§ 234), fera démarrer le moteur en marche avant et progresser d'une unité le compteur de pas.

Pendant toute la rotation, la borne (6), maintenue au niveau logique UN, verrouille D et M, empêchant ainsi la transmission accidentelle d'un ordre de mouvement inopportun.

Le retour à zéro de la borne (6) à la fin d'un pas élémentaire provoque l'émission, par le monostable HX d'un créneau positif sur la borne (14) puis, par l'intermédiaire du second monostable YZ et de la porte G, d'un nouveau créneau négatif sur (13) déclanchant la progression du capteur d'un nouveau pas élémentaire dans le même sens que le précédent.

La même séquence d'évènements se reproduit aussi longtemps que le sous-ensemble d'attaque (§ 234) n'émet pas un créneau positif de fin d'opération qui, arrivant sur la borne (5), désarme la bascule EF, amenant ainsi la borne (12) au niveau logique UN.

Le fonctionnement en marche arrière est en tous points identique au précédent :

Un créneau positif sur (10) franchit J, K, L et donne sur M un créneau positif qui arme la bascule NP (à condition que EF ne le soit pas et réciproquement), ce qui amène la borne (15) au niveau logique ZERO. Le créneau émis par M donne également à travers G un créneau négatif sur (13), permettant le démarrage du moteur en marche arrière.

Le signal de fin de pas arrivant sur (6) émet sur (14) un créneau positif d'arrêt et sur (13) un nouveau créneau négatif. Ce fonctionnement se répète jusqu'au moment où un créneau positif arrivant sur (5) désarme NP et amène (15) au niveau logique UN.

Un créneau positif appliqué sur la borne (11), outre l'action normale à travers K, L, M, a pour effet d'armer la bascule QR et d'amener la borne (16) au niveau logique UN. Cette information est ensuite exploitée par le bloc d'attaque. Un créneau positif sur (5) désarme la bascule QR et ramène (16) au niveau ZERO.

Fonctionnement sous contrôle manuel

Dans ce mode de fonctionnement la borne (7), maintenue au niveau logique UN, ferme les portes B et K.

Par contre la présence d'un niveau logique ZERO sur la borne (9) déverrouille les monostables ST pour la marche avant et VW pour la marche arrière : le passage du niveau UN au niveau ZERO des bornes (4) ou (8) provoquera la rotation du moteur soit en marche avant soit en marche arrière dans les mêmes conditions que lors du fonctionnement automatique.

Il n'y a pas d'instruction manuelle équivalente à l'ordre de remise à zéro appliqué par l'unité pilote à la borne (11). Le résultat est obtenu par action sur le compteur du nombre de pas.

2334 - Réalisation pratique

La figure 234 représente le schéma d'interconnexion des deux plaquettes imprimées double face constituant ce sous-ensemble de validation.

Le tableau 232 précise les conditions d'essais et donne les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes.

234 - Sous-ensemble d'attaque du bloc de déplacement

2341 - Schéma de principe

La figure 235, indique le schéma de principe d'un sous-ensemble d'attaque et permet d'écrire ses équations logiques :

$$\begin{aligned}
 B &= \overline{6} & C &= \delta'B & E &= \delta'C = \delta\overline{6} & F &= \overline{E} = \overline{\delta\overline{6}} \\
 T &= \overline{8} & V &= \overline{7 + T} = \overline{7 + \overline{8}} = \overline{7.8} \\
 P &= \overline{3 + V} & Q &= \overline{P.F} & W &= \overline{10} & X &= \overline{F.W} & R &= \overline{Q + X} \\
 13 = S &= \overline{R} = \overline{Q + X} = \overline{F} (\overline{P + W}) = \delta\overline{6} (3 + \overline{7.8} + 10) \\
 A &= \overline{3 + 4 + V + F} = \overline{3.4.(7 + \overline{8})} \delta\overline{6} \\
 L &= \overline{9 + 10 + V + F} = \overline{9.10 (7 + \overline{8})} \delta\overline{6} \\
 J &= \overline{A + L} & 12 = K &= \overline{J} = A + L = \delta\overline{6} (7 + \overline{8}) (\overline{3.4} + \overline{9.10}) \\
 11 = H &= A + 11 (\overline{5 + 14}) = \overline{5.11.14} + \overline{3.4} (7 + \overline{8}) \delta\overline{6} \\
 14 = N &= L + 14 (\overline{5 + 11}) = \overline{5.11.14} + \overline{9.10} (7 + \overline{8}) \delta\overline{6}
 \end{aligned}$$

2342 - Fonctionnement

Fonctionnement normal, extréma non atteints

Si les extréma ne sont pas atteints, les bornes (3) et (10), au niveau logique ZERO, déverrouillent l'une des entrées des portes A et L.

Si le nombre de pas imposé par le compteur n'est pas effectué, la borne (8), au niveau logique ZERO, ouvre, à travers T et V, une seconde entrée des portes A et L. Le même résultat est obtenu en fonctionnement automatique lorsqu'une instruction de remise à zéro amène la borne (7) au niveau logique UN.

Si la borne (4) passe au niveau logique ZERO, elle ouvre une troisième entrée de A tandis que l'entrée correspondante de L reste fermée par la présence d'un niveau UN sur la borne (9).

Le créneau négatif appliqué à la borne (6) au moment où (4) passe au niveau logique ZERO, donne, après avoir été inversé par B et retardé par C, un créneau positif qui, à travers F, et A dont les trois autres entrées sont ouvertes :

- arme la bascule GH, amenant ainsi la borne (11) au niveau logique UN, ce qui bloque (14) au niveau ZERO et provoque la rotation du moteur en marche avant.
- envoie, à travers J et K, un créneau positif sur (12) : le compteur de pas élémentaires progresse d'une unité.

A la fin d'un pas élémentaire, le créneau positif arrivant sur (5) désarme GH et arrête le moteur. Ce créneau positif est suivi (au retard près du monostable YZ du bloc de validation décrit § 233) d'un créneau négatif sur (6). Celui-ci provoque un nouveau démarrage du moteur et une nouvelle progression du compteur.

Cette séquence se répète aussi longtemps qu'elle n'est pas interrompue par :

- l'arrivée du capteur à son avance maximale : le passage de la borne (3) au niveau logique UN ferme alors la porte A.
- l'exécution du nombre de pas exigé par le compteur : le passage de la borne (8) au niveau logique UN ferme en effet les portes A et L.

Le fonctionnement du moteur en marche arrière est strictement identique au précédent mais cette fois c'est la porte L qui se trouve ouverte par la présence d'un niveau ZERO sur la borne (9) : il est alors possible, au moyen d'un créneau négatif appliqué à (6), d'armer la bascule statique MN, donc d'amener la borne (14) au niveau logique UN puis d'émettre sur (12) un créneau positif de progression du compteur.

Fonctionnement à la fin du dernier pas élémentaire

Si l'avance maximum autorisée est effectuée, la borne (3), passant au niveau logique UN, ferme A, ouvre Q à travers P. Le créneau négatif émis par F peut, à travers Q, R et S, donner sur (13) un créneau positif de fin d'opération qui :

- informe l'unité pilote à travers le sous-ensemble de lecture (§ 223)
- remet le compteur à zéro et désarme toutes les bascules du sous-ensemble

de validation (§ 233).

Si la borne (10) passe au niveau logique UN (minimum atteint), L est fermée tandis que le créneau négatif issu de F donne sur (13), à travers X, R et S, une impulsion positive de fin d'opération.

Si le nombre de pas exigé a été effectué, la borne (8) passe au niveau UN, ce qui, si la borne (7) est au niveau ZERO, ferme A et L, ouvre Q à travers la porte P, permettant l'émission sur (13) d'un créneau positif de fin d'opération. Cette commande est inopérante si la borne (7) est maintenue au niveau UN, lors d'une remise à zéro du capteur en fonctionnement automatique.

2344 - Réalisation pratique

La figure 236 représente les connexions des deux plaquettes imprimées double face constituant chaque sous-ensemble d'attaque des moteurs.

Le tableau 233 précise les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes et indique les conditions particulières d'essai.

35 - Sous-ensemble de comptage des pas

2351 - Schéma de principe

La figure 237 montre le schéma de principe de ce sous-ensemble unique, commun aux deux mouvements.

Constitué d'un registre à glissement et de décodeurs il permet, pour un essai donné, d'explorer plus ou moins rapidement le champ d'expérience.

Les propriétés des registres à glissement permettent d'écrire :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
B	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
C	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
D	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
E	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
F	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
G	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

$$K = \overline{3 + 4}$$

$$J' = \overline{K} = 3 + 4$$

$$J = \overline{J'} = K = \overline{3 + 4}$$

$$L = \overline{5 + 6}$$

$$H = \overline{L} = 5 + 6$$

$$7 = N = F \overline{G}$$

$$8 = P = E \overline{F}$$

$$9 = Q = D \overline{E}$$

$$10 = R = C \overline{D}$$

$$11 = S = B \overline{C}$$

$$12 = T = A \overline{B}$$

$$13 = V = \overline{C} D$$

$$14 = W = \overline{E} F G$$

$$Y = F G$$

$$X = \overline{Y} = \overline{F G}$$

2352 - Fonctionnement

Le compteur est formé des sept bascules A à G couplées par l'intermédiaire de la porte Y et de l'inverseur X qui imposent au circuit de toujours retomber sur le même mode de codage des chiffres.

Les créneaux positifs appliqués sur (3) ou (4) par l'un des sous-ensembles d'attaque des moteurs, engendrent à travers K, J' et le buffer J, les créneaux négatifs appliqués aux entrées T des différentes bascules.

Les créneaux positifs de fin de mouvement, appliqués sur les bornes (5) ou (6) donnent, à travers L et le buffer H, les créneaux positifs de remise à zéro du compteur.

Le décodage de l'état du compteur est assuré par des portes à deux entrées N à W dont les sorties (bornes 7 à 14) présentent chacune un niveau logique UN pour un état et un seul du compteur. Toutes les possibilités ne sont pas utilisées et seuls quelques diviseurs de 60 ont été effectivement décodés.

2353 - Réalisation pratique

La figure 238 représente le schéma de réalisation des deux plaquettes imprimées double face constituant le sous-ensemble de comptage.

Le tableau 234 précise les conditions particulières d'essai et indique la nature des signaux apparaissant sur les différentes bornes.

4 - ELEMENTS DE CONTROLE DES MESURES

241 - Généralités

2411 - Fonctions

Les éléments de contrôle des mesures ont pour tâches :

- de déclencher une séquence de mesure des paramètres locaux du lit fluidisé au moment exigé par le déroulement du programme.
- de transmettre à l'unité pilote les résultats de ces mesures et les informations nécessaires au déroulement des essais.

2412 - Composition

Les circuits de contrôle des mesures sont répartis dans deux blocs élémentaires :

- un sous-ensemble générateur de séquence
- un sous-ensemble de décodage des ordres.

242 - Sous-ensemble générateur de séquence

2421 - Schéma de principe

La figure 241 montre le schéma de principe du générateur de séquence constitué de deux compteurs à quatre positions et des décodeurs primaires associés. Il admet pour équations logiques :

$$\begin{aligned} E &= \delta'4 & F &= \delta'E = \delta 4 & G &= \overline{\delta 4} & L &= \overline{4} \\ 6 &= M = \overline{A.B.4} & \text{1ère impulsion émergente (code U0)} & & & & \\ 7 &= N = A.\overline{B.4} & \text{2ème impulsion émergente (code U1)} & & & & \\ 8 &= P = A.B.4 & \text{3ème impulsion émergente (code U2)} & & & & \\ 9 &= V = \overline{Q} = A + \overline{B} + L = \overline{\overline{A.B.4}} & \text{4ème impulsion (code U3)} & & & & \\ H &= \delta'Q & J &= \delta'H = \delta Q = \delta \overline{A.B.4} & K &= \overline{J} = \overline{\delta \overline{A.B.4}} \\ 10 &= R = \overline{C.D} \text{ (état D0)} & 11 &= S = C.\overline{D} \text{ (état D1)} & & & \\ 12 &= T = C D \text{ (état D2)} & 13 &= Y = \overline{U} = \overline{C D} \text{ (état D3)} & & & \\ 3 &= Z = \overline{Y + V} = U.Q = \overline{C.D.A.B.4} & & & & & \text{(code 33)} \\ 5 &= W = \overline{X^*} = \overline{Q.C} = \overline{\overline{A.B.C.4}^*} & & & & & \text{(codes 13 et 23)} \end{aligned}$$

2422 - Fonctionnement

Dans l'état initial les deux compteurs sont à zéro, les portes M et R sont donc ouvertes.

La première impulsion de mesure, créneau positif appliqué sur (4), est inversée par L et franchit M en donnant sur (6) un créneau positif contemporain, au retard de deux portes près, du signal appliqué sur (4). A cause du retardeur E le générateur de créneau F engendre à la sortie de G un ordre de progression du compteur AB qui n'agit qu'après la fin du signal émergent de M. Le compteur AB prend la configuration UN, fermant la porte M et ouvrant la porte N.

La seconde impulsion incidente peut, en franchissant N, donner un signal positif sur (7) avant de faire passer, grâce à la chaîne EFG, le compteur AB dans l'état DEUX.

De même la troisième impulsion incidente donne un créneau positif sur (8) puis fait passer le compteur AB dans l'état TROIS.

La quatrième impulsion donne un créneau positif sur Q, donc, à cause de l'inverseur V, un créneau négatif sur la borne (9). Elle peut ensuite, à travers la chaîne E, F, G, ramener le compteur AB dans l'état ZERO. Pendant l'intervalle de temps où AB évolue, le créneau positif issu de Q fait progresser le compteur CD de l'état ZERO à l'état UN grâce à la chaîne H J K identique à E F G. De cette façon les changements d'état des deux compteurs sont pratiquement simultanés mais ils se produisent toujours après la fin du signal incident qui les a provoqués.

La même séquence se déroule sans changement avec les impulsions d'ordres 5, 6 et 7. L'impulsion 8, elle, franchit X, ouverte par la présence d'un niveau ZERO sur la sortie $\overline{C}$ du second compteur. Elle donne ainsi naissance sur (5) à la sortie de l'expansor W, à un créneau négatif d'espacement.

Le même fonctionnement se reproduit avec les impulsions 9 à 12, la dernière engendrant un nouvel ordre d'espacement avant de faire de nouveau progresser les compteurs.

Les impulsions 13, 14 et 15 font ensuite normalement progresser le compteur AB. L'impulsion 16 donne sur (3) à la sortie de Z un créneau positif de fin de mesure destiné à l'unité pilote, ce qui arrête l'émission de créneaux de mesure. Pendant ce temps les chaînes E F G et H J K, faisant progresser les deux compteurs d'un nouveau pas, les ramènent l'un et l'autre à zéro : le générateur est revenu à son état initial.

2423 - Réalisation pratique

La figure 242 représente les deux plaquettes imprimées double face constituant le sous-ensemble générateur de séquence.

Le tableau 241 précise les conditions d'essai et donne les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes.

243 - Sous-ensemble de décodage

2431 - Schéma de principe

La figure 243 représente le sous-ensemble de décodage et permet d'écrire ses équations logiques :

$A = \overline{5}$	$B = \overline{4}$	$C = \overline{3}$	$D = \overline{9}$	$E = \overline{8}$	$F = \overline{7}$
$11 = G = \overline{F}.\overline{C} = 3.7$	(Code 00)		$H = \overline{F}.\overline{B} = 4.7$	(Code 01)	
$J = \overline{F}.\overline{A} = 5.7$	(Code 02)		$14 = K = \overline{F}.\overline{6} = 4.\overline{6}$	(Code 03)	
$15 = L = \overline{E}.\overline{C} = 3.8$	(Code 10)		$18 = P = \overline{D}.\overline{C} = 3.9$	(Code 20)	
$16 = M = \overline{E}.\overline{B} = 4.8$	(Code 11)		$19 = Q = \overline{D}.\overline{B} = 4.9$	(Code 21)	
$17 = N = \overline{E}.\overline{A} = 5.8$	(Code 12)		$20 = R = \overline{D}.\overline{A} = 5.9$	(Code 22)	
			$21 = S = \overline{10}.\overline{C} = 3.\overline{10}$	(Code 30)	

$$22 = T = \overline{10}.\overline{B} = 4.\overline{10} \quad (\text{Code } 31)$$

$$23 = V = \overline{10}.\overline{A} = 5.\overline{10} \quad (\text{Code } 32)$$

$$12 = W = J + \overline{H}.W = 5.7 + 12 (\overline{4.7})$$

$$13 = X = \overline{W}$$

2432 - Fonctionnement

Les créneaux positifs appliqués sur les bornes (3) à (5) sont inversés par les portes A, B, C. Les niveaux logiques des bornes (7) à (9) sont inversés par les portes D, E, F. Ce montage évite l'émission de créneaux parasites au moment des changements d'état des entrées (7) à (10).

Les créneaux négatifs apparaissant sur la borne (6) et sur les sorties de A, B, C sont combinés avec les niveaux logiques de la borne (10) et des sorties de D, E, F dans les 13 portes à deux entrées G à V pour donner sur les sorties correspondantes des créneaux positifs de lecture utilisés par le bloc électronique de mesure.

Les sorties des portes H et J, elles, attaquent la bascule statique WX dont les sorties (bornes 12 et 13) définissent la durée d'une période de mesure.

2433 - Réalisation pratique

La figure 244 représente les deux plaquettes imprimées double face constituant le sous-ensemble de décodage. Le tableau 242 donne par ailleurs les conditions particulières d'essai et les caractéristiques des différentes bornes.

25 - LIAISONS EXTERIEURES

251 - Eléments de façade

2511 - Schéma de principe

Le bloc de commande manuelle, situé contre la façade du tiroir, a essentiellement un rôle d'interconnexion entre les différents voyants lumineux, commutateurs et connecteurs qui occupent le panneau frontal.

La figure 251 représente le schéma de principe de ce bloc et met en évidence son fonctionnement.

R_O (22 Ω , 1/2 Watt) est une simple résistance chutrice permettant d'alimenter les voyants V_1 à V_8 sous une tension comprise entre 11 et 12 volts.

Le voyant V_1 , témoin de défaut, est allumé lorsque le sous ensemble d'asservissement (§ 222) porte la borne (4) au niveau ZERO.

Le voyant V_2 , témoin d'état normal, est allumé par le transistor T_1 lorsque

V_1 est éteint. La résistance R_1 (10 k Ω) limite le courant de base de T_1 à environ 1 mA, intensité insuffisante pour provoquer une brillance notable de V_1 .

Le voyant V_3 , témoin d'asservissement, est allumé lorsque le sous-ensemble d'asservissement (§ 222) porte la borne (5) au niveau ZERO.

Le voyant V_4 , témoin de commande manuelle, est allumé par le transistor T_2 saturé à travers R_2 (3,3 k Ω) par le point central du commutateur de mode C_1 à deux positions d'équilibre stables, lorsque celui-ci, en position haute, porte la borne (3) au niveau logique UN.

Le voyant V_5 , témoin de mesure, est allumé par le transistor T_3 , saturé à travers R_3 (2,7 k Ω) et le buffer B_1 par l'application sur la borne (51) d'un niveau logique UN engendré par le sous-ensemble de décodage (§ 243).

De même le voyant V_6 , témoin de transfert des données, est allumé par le transistor T_4 saturé à travers la résistance R_4 (2,7 k Ω) et le buffer B_2 par l'application sur les bornes (62) ou (63) d'un niveau logique UN engendré par le générateur de séquence (§ 242).

Le voyant V_7 , témoin de translation, est allumé grâce au transistor T_5 , saturé à travers R_5 (3,3 k Ω) par la présence d'un niveau logique UN sur la borne (22), cet état étant imposé par la connexion (CD 26) du bloc de déplacement.

De même le voyant V_8 , témoin de rotation, est allumé par le transistor T_6 , saturé à travers R_6 (3,3 k Ω) par la présence d'un niveau logique UN sur la borne (39), ce niveau étant imposé par la connexion (CD 27) du bloc de déplacement.

Les commutateurs C_2 et C_3 à contact momentané, imposent sur les bornes (23) ou (24), (40) ou (41) un niveau logique UN à travers les résistances R_{13} ou R_{14} (470 Ω) lorsqu'ils sont actionnés par l'opérateur désirant déplacer manuellement la fenêtre de mesure du capteur.

Les commutateurs à 10 positions C_4 et C_5 définissent le nombre de pas élémentaires de chaque déplacement : Dans la position 0, les bornes (25) ou (36) maintenues au niveau logique UN interdisent le mouvement correspondant. Dans les positions (1) à (8) le nombre de pas à effectuer est indiqué par la présence d'un niveau UN sur l'une des bornes (28) à (35) reliées au compteur de pas (§ 235). Dans la position 9, les bornes (25) ou (36) maintenues au niveau logique ZERO obligent le capteur à atteindre sa position extrême.

Les tubes NIXIE N_1 à N_6 , alimentés sous 200 volts à travers les résistances R_7 à R_{12} (22 k Ω) et attaqués par décodeurs D_1 à D_6 , visualisent la position de la fenêtre de mesure (cote sur N_1 , N_2 , abscisse sur N_3 , N_4 , orientation sur N_5 , N_6). Les indications codées, issues du bloc de déplacement, apparaissent sur les bornes (10) à (14) pour la première information, (15) à (21) pour la seconde, (42) à (48) pour la

dernière. Chaque tube est lié à son décodeur par un faisceau de 10 conducteurs (non différenciés sur le schéma) même si certains chiffres ne doivent jamais apparaître. Par contre certaines entrées des décodeurs sont maintenues en permanence au niveau logique UN.

L'une des bornes du commutateur de mode C_1 est reliée au point milieu α d'un réseau RC pris entre + 3,6 et la masse. Le point α , lui est relié au collecteur β de T_1 par l'intermédiaire d'une diode D_1 .

En l'absence de défaut la borne (4), isolée de la masse, permet la saturation de T_1 à travers V_1 et R_1 , le voyant V_2 est allumé, β , donc aussi α , est à un potentiel voisin de zéro. En agissant sur le commutateur de mode on peut à volonté faire travailler le tiroir sous contrôle manuel ou en régime asservi.

Au moment où survient un défaut, il apparaît sur la borne (4) un front descendant, donc au point β , un front montant jusqu'à 12 volts. La diode cesse de conduire et le potentiel de α monte progressivement à mesure que se charge le condensateur C, pour atteindre finalement le niveau logique UN, isolant ainsi le tiroir de l'unité centrale mais provoquant l'émission d'un créneau positif sur la ligne de défaut (borne 11 fig. 221).

2512 - Réalisation pratique

La figure 252 représente les deux plaquettes imprimées simple face constituant le dispositif d'attaque du panneau frontal. Ces deux plaquettes sont immobilisées par des encoches ménagées dans les longerons du tiroir.

252 - Connection de liaison

La liaison entre le tiroir et le reste de la baie électronique est assurée par deux connecteurs arrières à 18 contacts. Le tableau 251 précise les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes de ces connecteurs.

224 - Associer l'ensemble									
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H	1	2	3	4	5	6	7	8	9
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L	1	2	3	4	5	6	7	8	9
M	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R	1	2	3	4	5	6	7	8	9

243A - decodage de mesure

241A - Genere de sequence

231 - Lecture R

233 - Validation R

235 - Attaque du moteur R

237 - Compteur de pas

235 - Attaque du moteur T

233 - Validation T

231 - Lecture T

227 - Identification

225 - Affichage

223 - Information

221 - Associer l'ensemble

251
Page

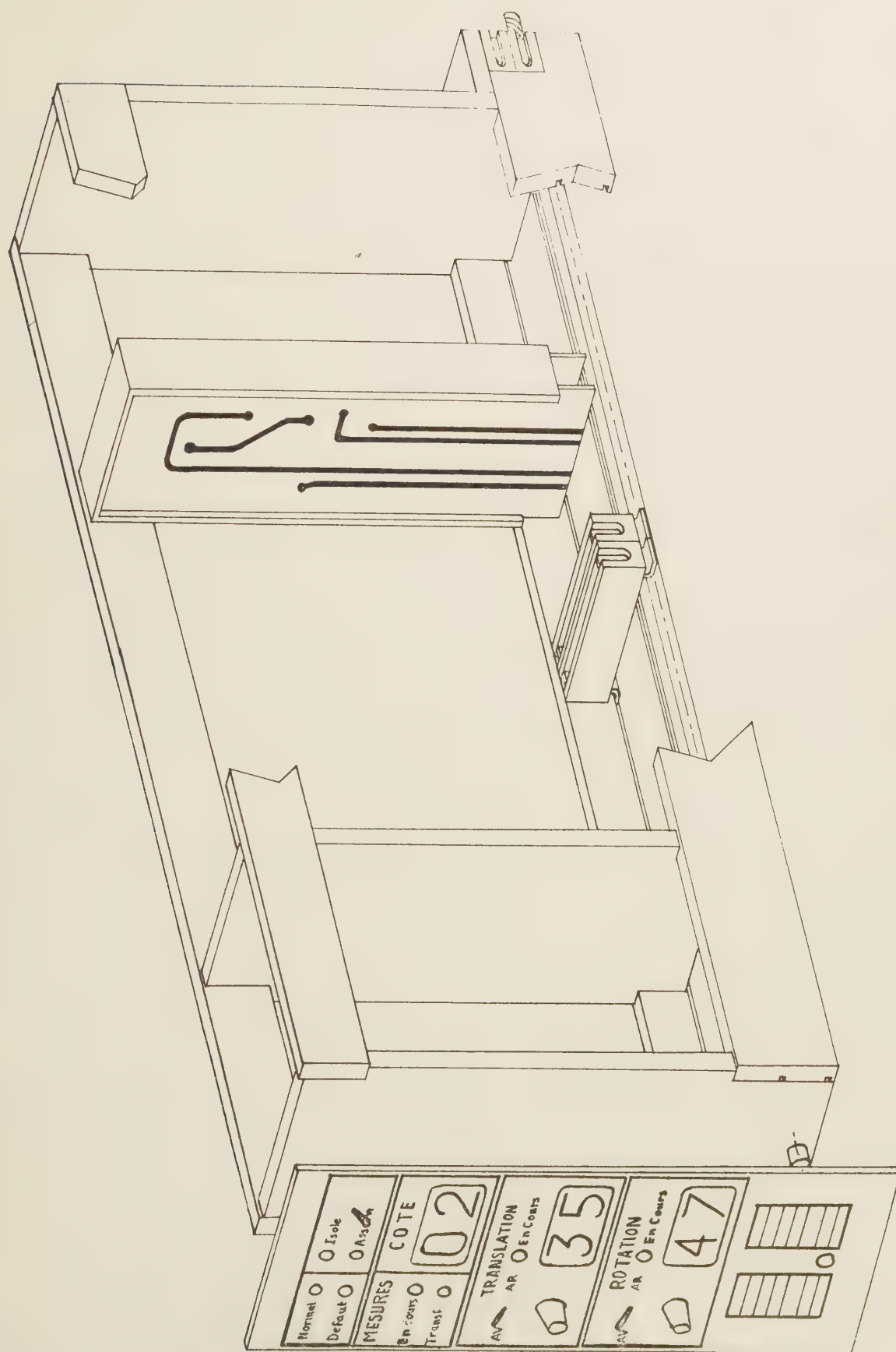
18	masse
17	118
16	Potentiel zero
15	
14	AV
13	AR
12	AZ rotation
11	2ème " n°
10	1er Digit n°
9	Ordre de mesure
8	Ordre d'identif.
7	Ordre d'adressage
6	Ordre d'isolement
5	ligne d'adressage
4	+3,6
3	+14
2	+200
1	Q

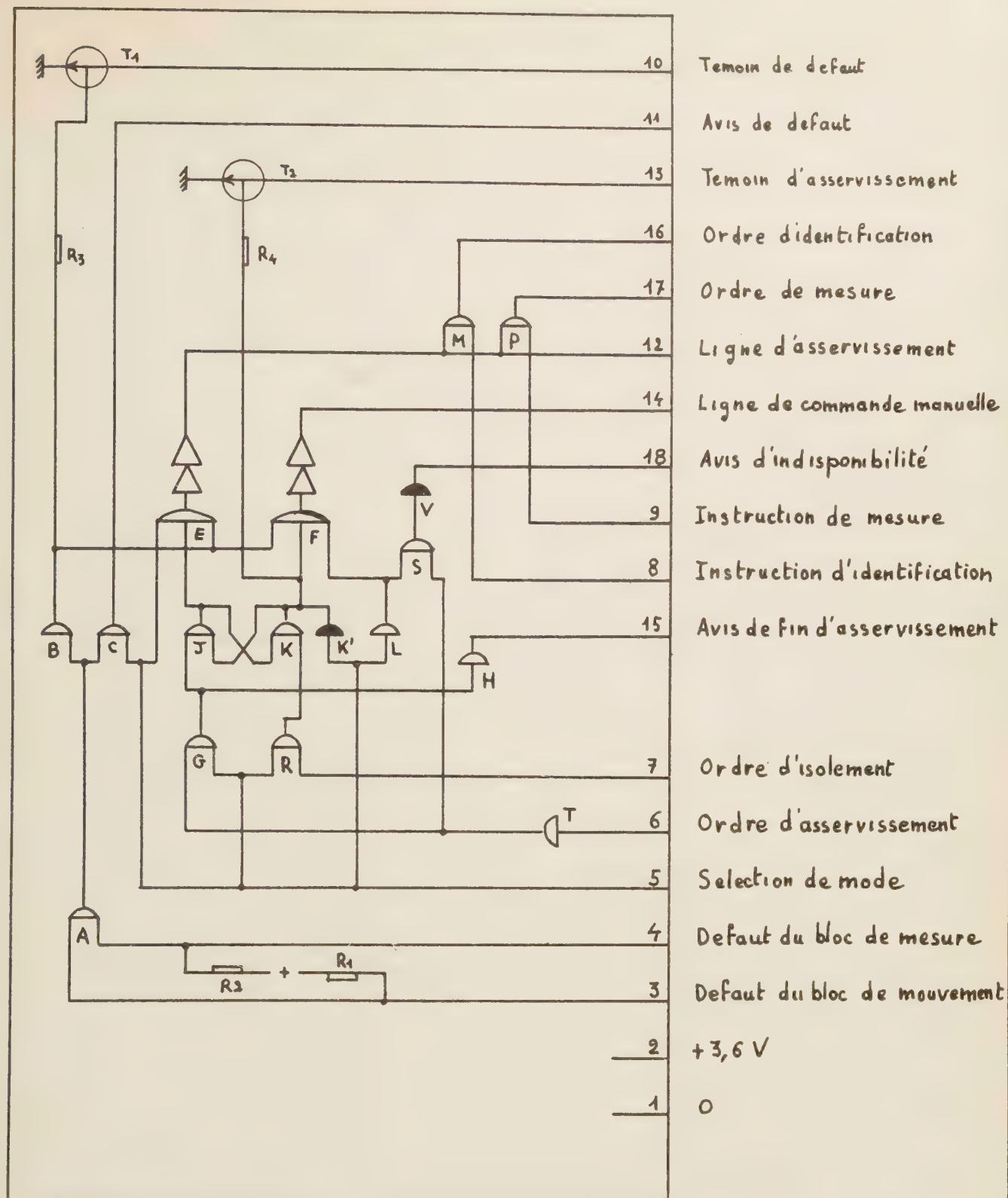
18	masse
17	-18
16	Potentiel zero
15	
14	AV
13	AR
12	AZ translation
11	"
10	"
9	"
8	ligne de sortie 8
7	Default
6	Indisponibilité
5	Fin d'exécution
4	+3,6
3	+14
2	+200
1	masse

FIG 211

Tiroir de Liaison

Principe

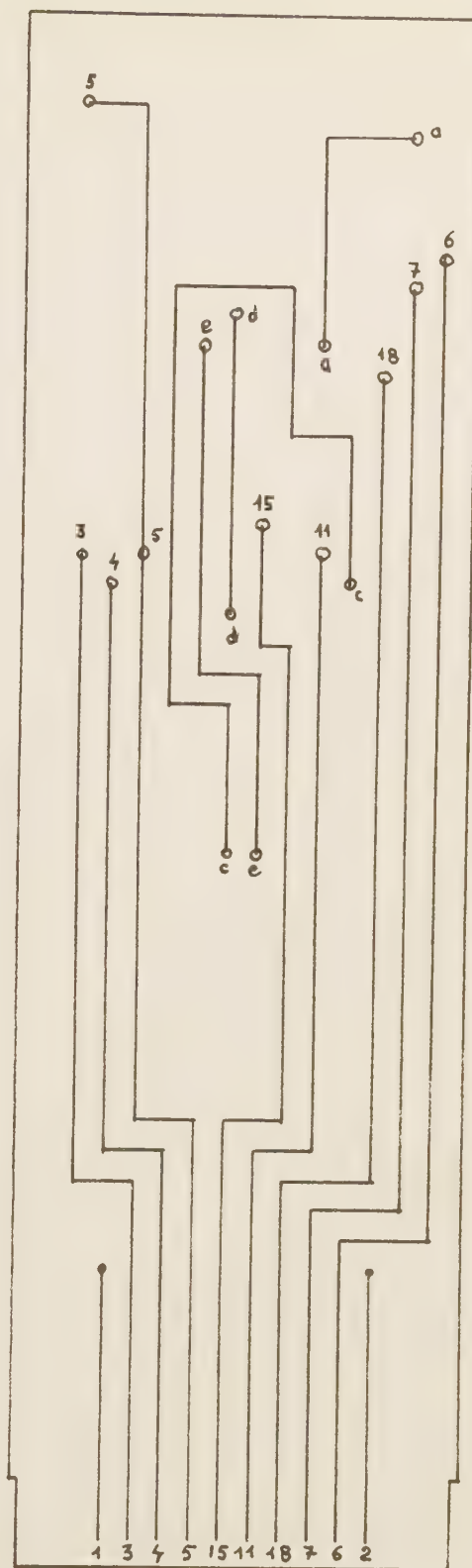
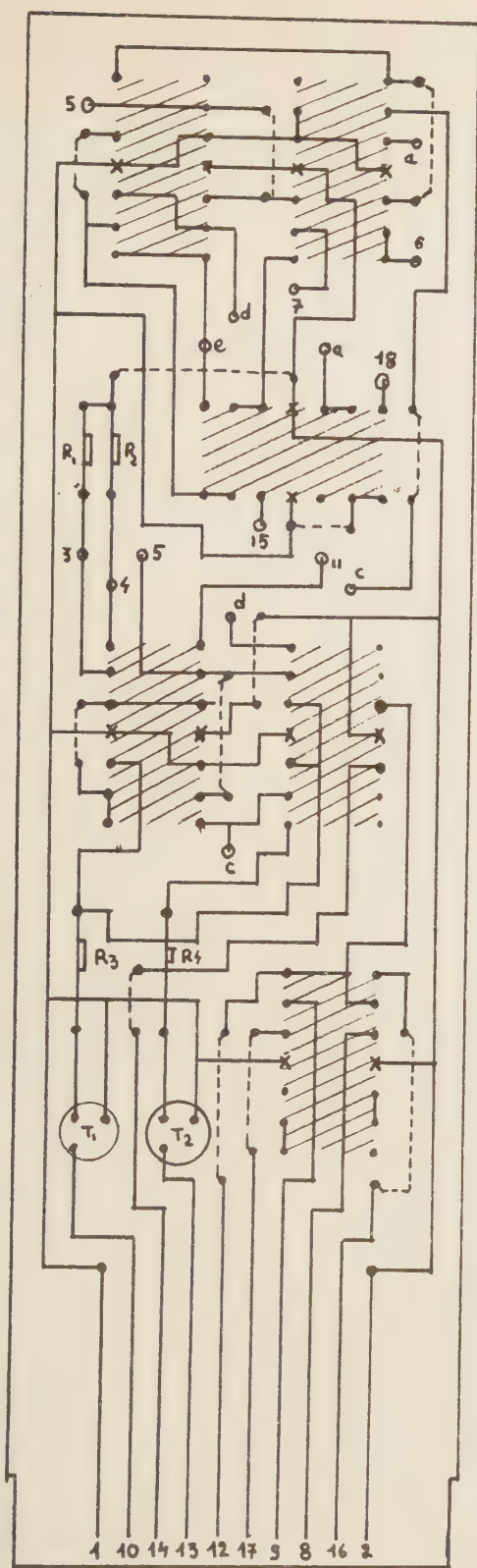




Sous - ensemble d'asservissement

FIG 221

Principe



Sous-ensemble d'asservissement

FIG 222

Realisation

Tableau 221

Caractéristiques du sous-ensemble de protection

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X			X			potentiel zéro de référence	
2	X			X			source d'énergie + 3,6 V	
3	X		X			+ 12	défaut du bloc de déplacement	état zéro en l'absence de défaut
4	X		X			+ 12	défaut du bloc électronique	" " " " " "
5	X		X			- 19	commutat. manuel-auto	" " " fonctionn ^t automat.
6	X			X		- 6	ordre d'asservissement	créneau négatif
7	X			X		- 6	ordre d'isolement	" "
8	X			X		- 3	ordre d'identification	train d'impulsions négatives
9	X			X		- 3	ordre de mesure	" " "
10		X	X				témoin de défaut	ampoule 12 V 30 mA
11		X		X		+ 12	ligne de défaut	créneau négatif
12		X			X	+ 74	ligne d'asservissement	état zéro en régime asservi
13		X	X				témoin d'asservissement	ampoule 12 V 30 mA
14		X			X	+ 80	ligne de commande manuelle	état zéro en régime manuel
15		X			X	+ 10	fin d'opération	créneau négatif
16		X			X	+ 16	identification validée	train d'impulsions positives
17		X			X	+ 16	mesure validée	" " "
18		X			X	- 2	ligne témoin d'isolement	crén. négat. (sortie d'expansur)
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

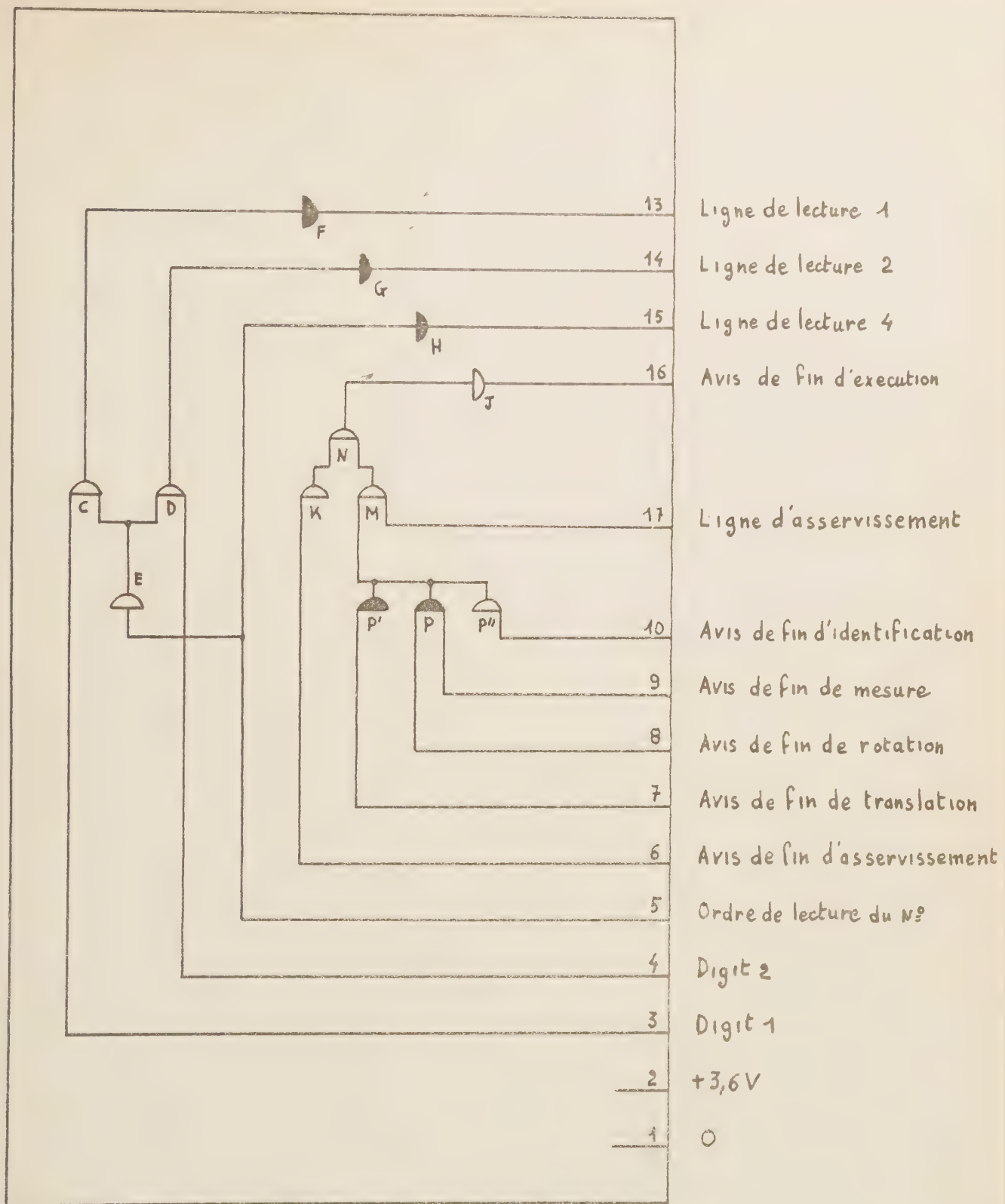
La borne (18), sortie d'expandeur, est, pour les essais, réunie à + 3,6 à travers une résistance de 1000 Ω lui donnant une sortance de 10 unités.

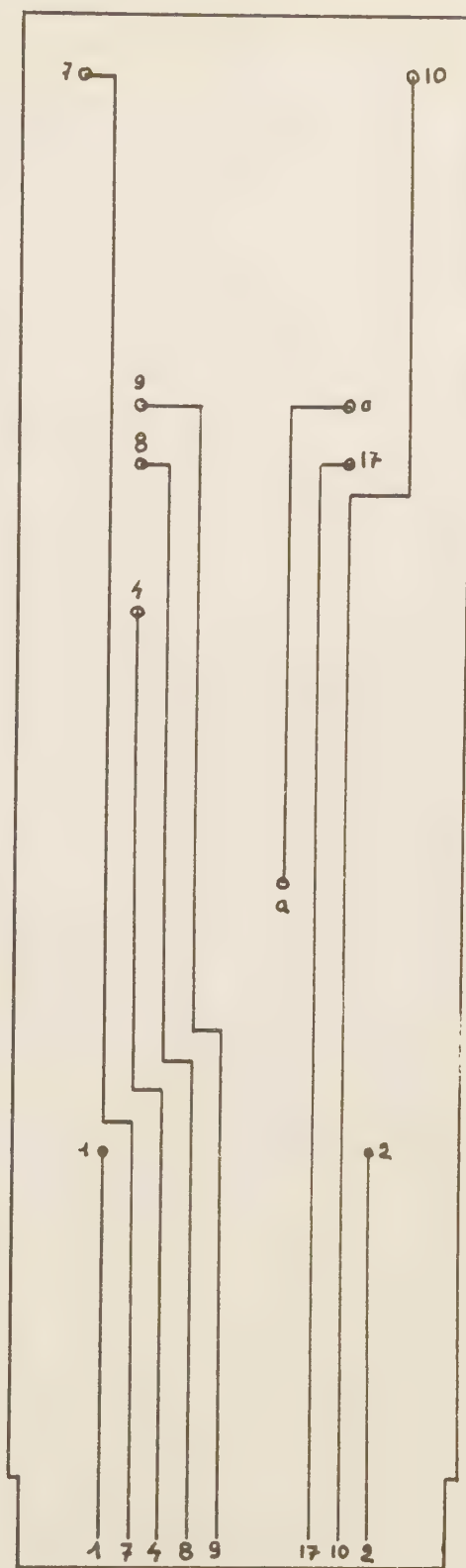
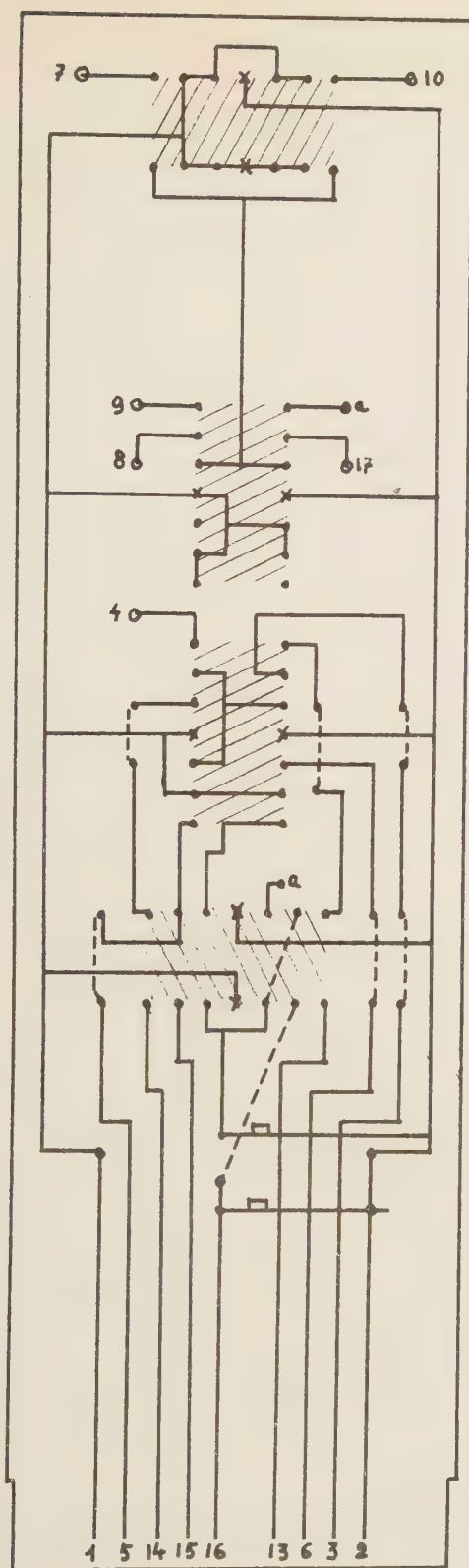
Les bornes (10) et (13), collecteurs de transistors, sont, pour les essais, connectées à des lampes 12 V - 30 mA, soit reliées à la source + 3,6 à travers une résistance de 1000 Ω qui leur donne une sortance de 10 unités.

Les créneaux négatifs d'entrée ont une durée de l'ordre de la microseconde.

Les bornes (6) à (9) reçoivent un créneau négatif ou bien sont maintenues au niveau logique UN.

On ne doit pas appliquer de créneau négatif simultanément sur (6) et (7).





Sous-ensemble d'information

FIG 224

Realisation

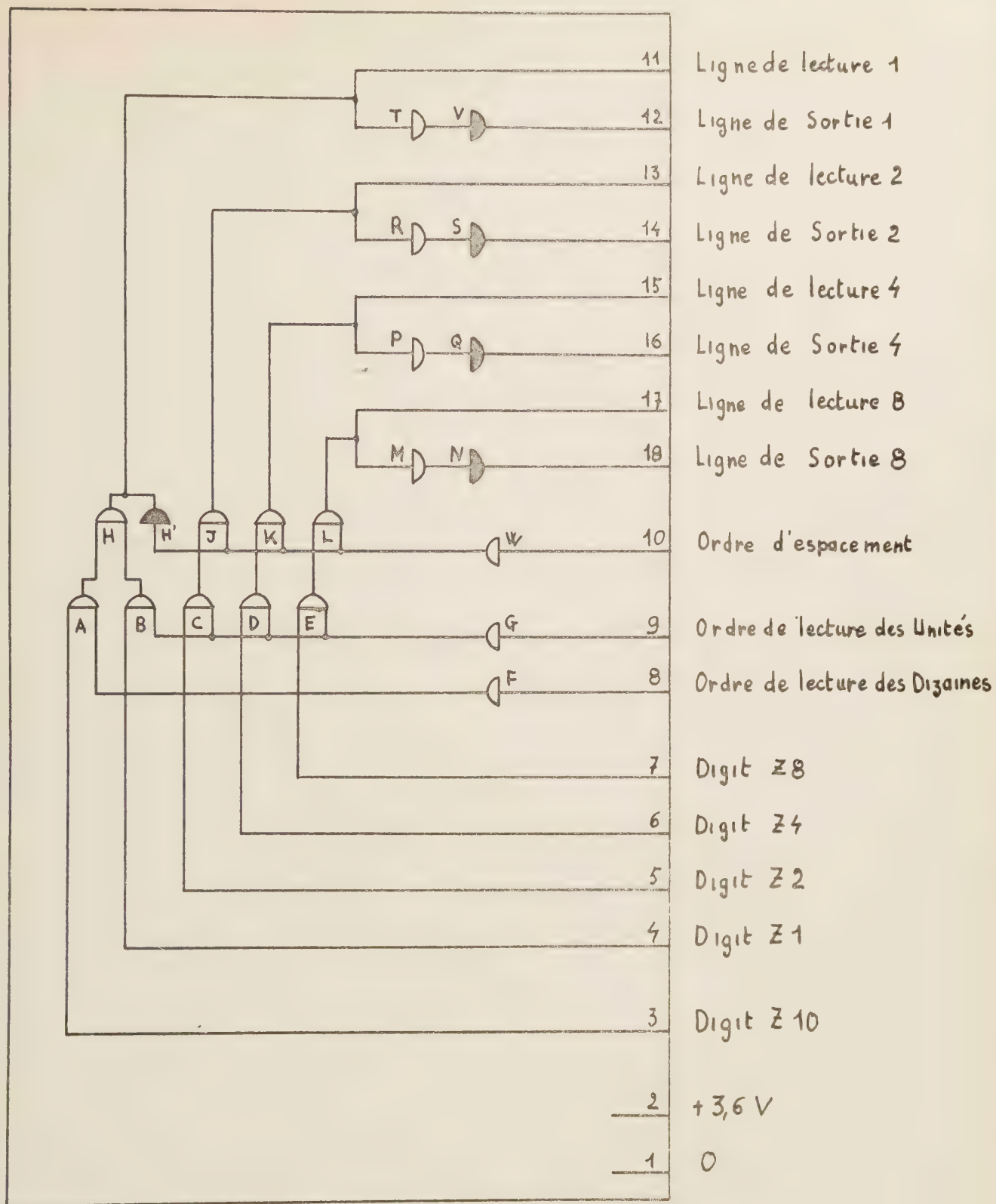
Les bornes (13) à (16), sorties d'expansurs sont, par leur connexion à la source + 3,6 V à travers des résistances de 1000 Ω , affectées d'une sortance de 10 un

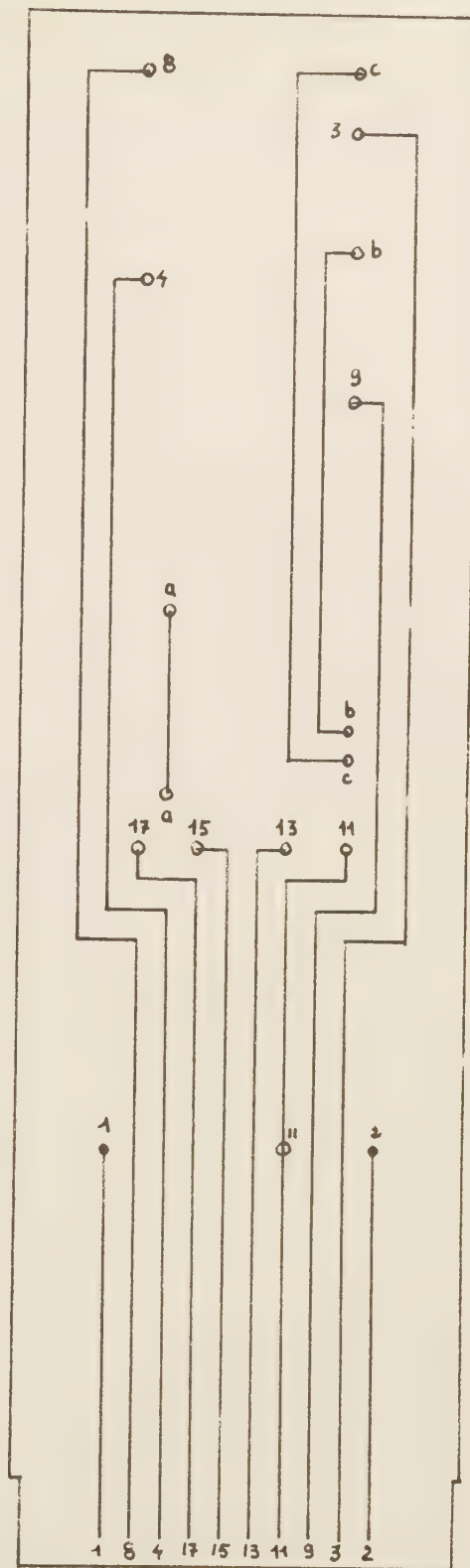
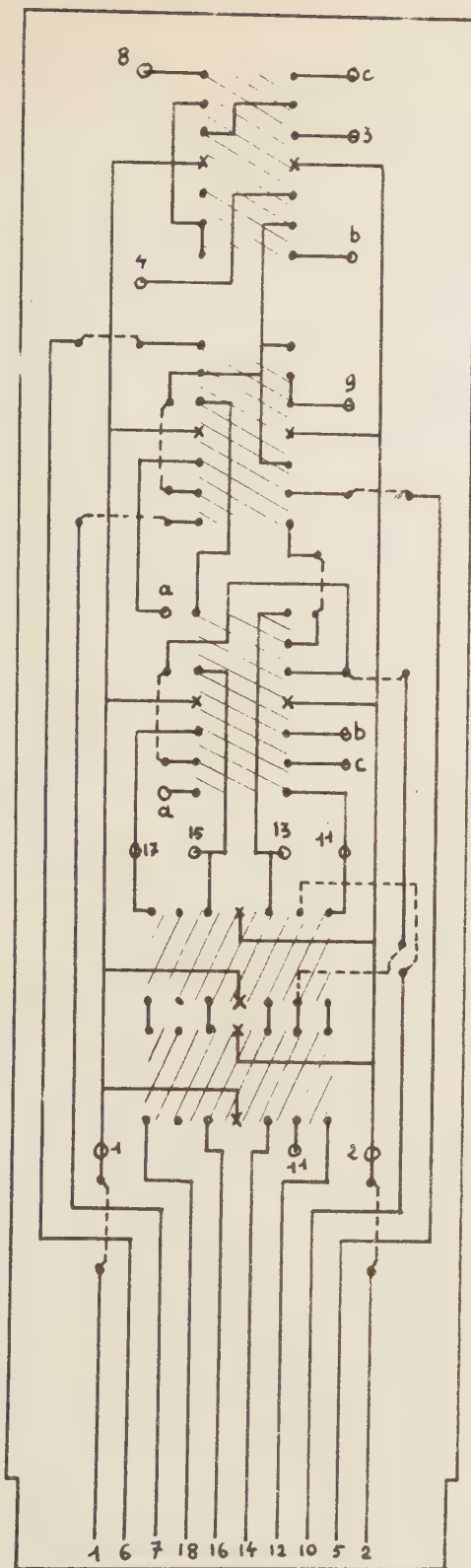
Les bornes (11) et (12), collecteurs de transistors sont : soit connectées un voyant 12 volts 30 mA, soit reliées à la source + 3,6 V à travers des résistances 1000 Ω qui leur donnent une sortance de 10 unités.

Les créneaux d'entrée, positifs ou négatifs, ont une durée de l'ordre de 1 μ

Les bornes (5) et (7) à (10) qui ne reçoivent pas de créneau positif sont maintenues au niveau logique ZERO.

Lorsqu'elle ne reçoit pas de créneau négatif la borne (6) est maintenue au niveau logique UN.





Sous-ensemble d'affichage

FIG 226

Realisation

Tableau 223

Caractéristiques du sous-ensemble d'affichage de la cote

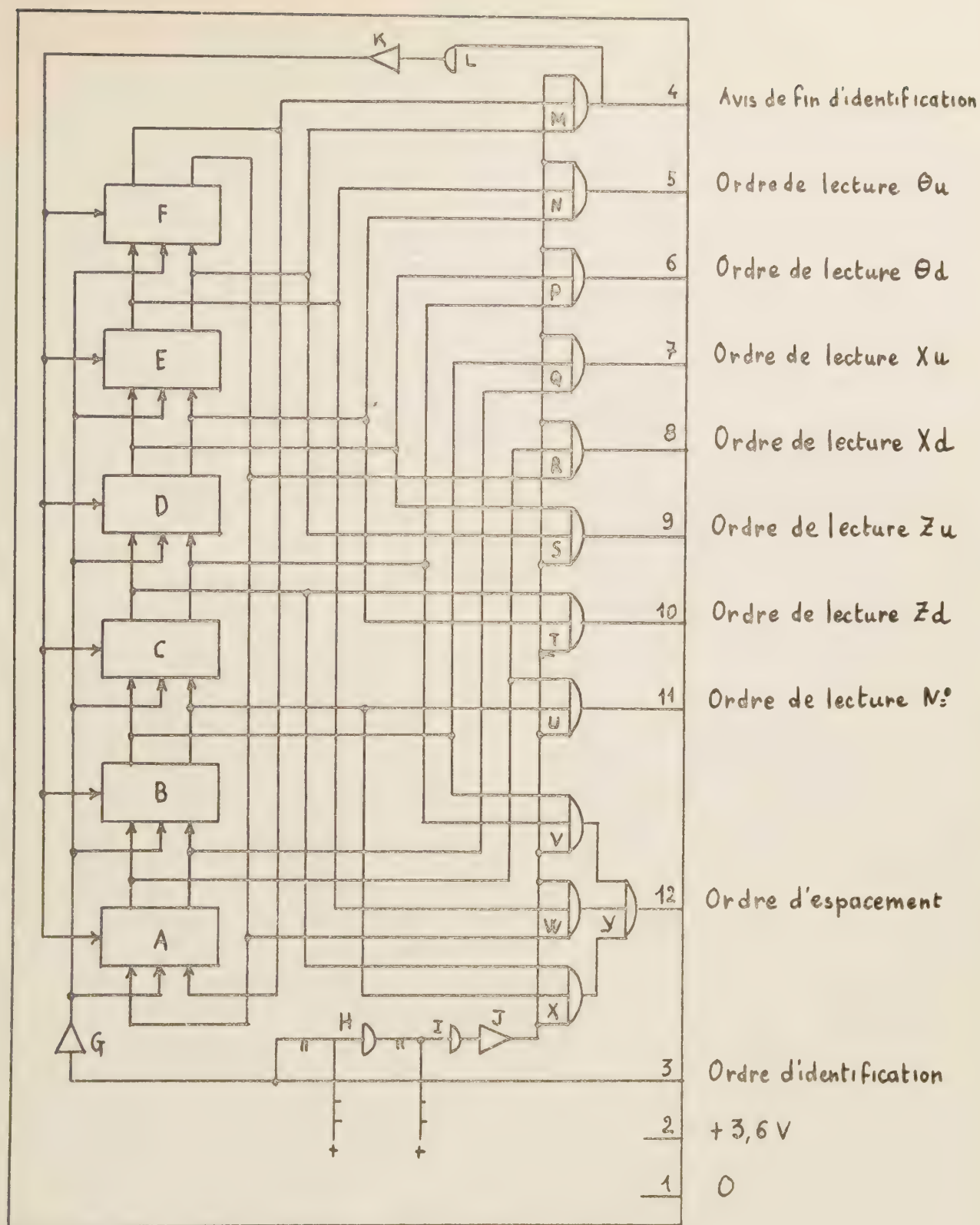
N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X			X			potentiel zéro de référence	
2	X			X			source d'énergie + 3,6 V	
3	X		X			- 3	affichage Z 10	état zéro si digit 1
4	X		X			- 3	affichage Z 1	" " " " 1
5	X		X			- 3	affichage Z 2	" " " " 1
6	X		X			- 3	affichage Z 4	" " " " 1
7	X		X			- 3	affichage Z 8	" " " " 1
8	X			X		- 3	lecture du chiffre des dizaines	créneau positif
9	X			X		- 3	" " " " unités	" "
10	X			X		- 3	ordre d'espacement	" négatif
11	X			X		+ 11	ligne de lecture 1	créneau négat. par expasseur
12		X		X		- 2	ligne de sortie 1	" " sortie d'expasseur
13	X			X		+ 13	ligne de lecture 2	" " par expasseur
14		X		X		- 2	ligne de sortie 2	" " sortie d'expasseur
15	X			X		+ 13	ligne de lecture 4	" " par expasseur
16		X		X		- 2	ligne de sortie 4	" " sortie d'expasseur
17	X			X		+ 13	ligne de lecture 8	" " par expasseur
18		X		X		- 2	ligne de sortie 8	" " sortie d'expasseur
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

On communique une sortance de 10 unités aux bornes (12), (14), (16) et (18) en les connectant au + 3,6 V à travers des résistances de 1000Ω .

Les bornes (11), (13), (15) et (17) ne doivent jamais être connectées directement au + 3,6 sous peine de destruction immédiate d'un circuit intégré. Elles sont, pour les essais, reliées à la sortie d'expansseurs simples sur lesquels on applique des créneaux positifs.

La durée des créneaux, positifs ou négatifs, est de l'ordre de la microseconde.

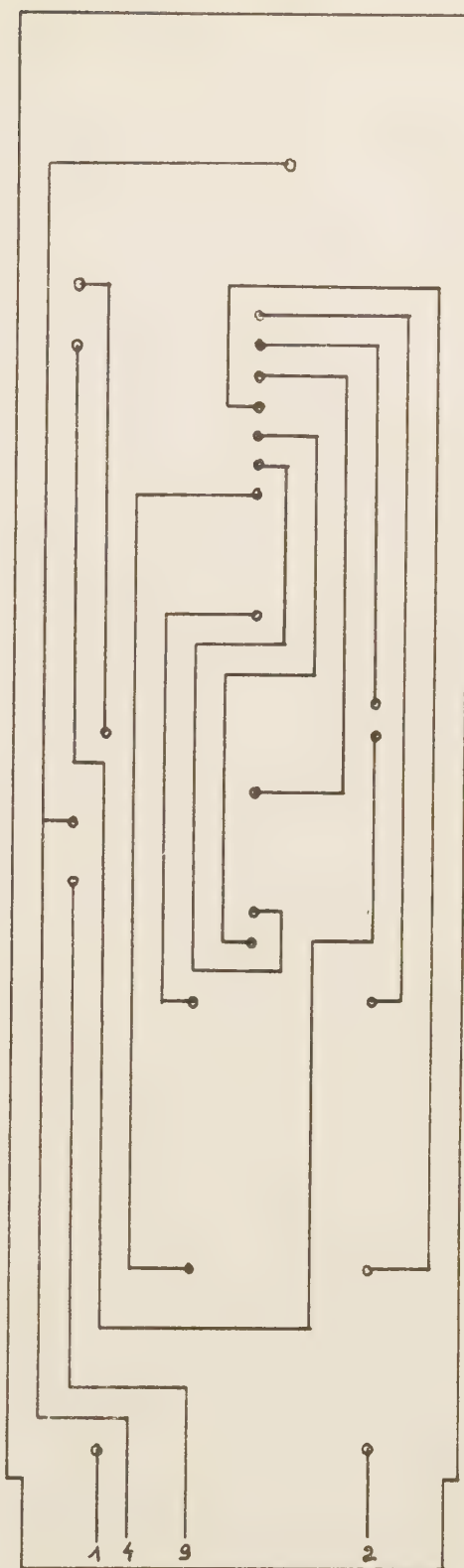
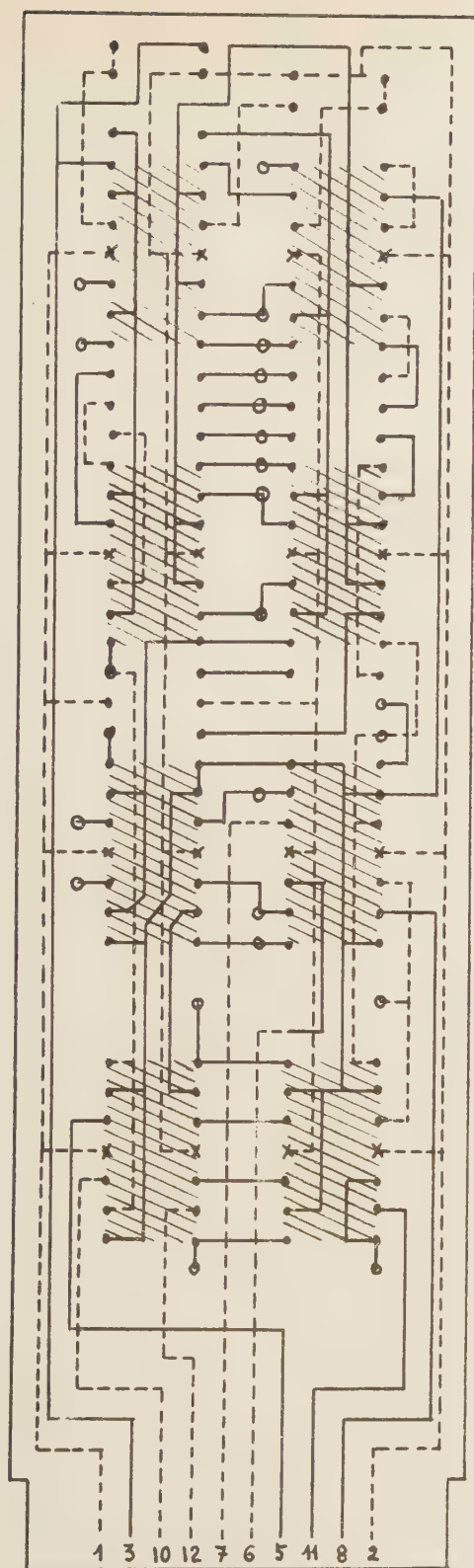
On ne doit pas appliquer de signal simultanément sur les trois entrées (8), (9) et (10).



Horloge d'Identification

FIG 227

Principe



Horloge d'identification

FIG 228

Réalisation

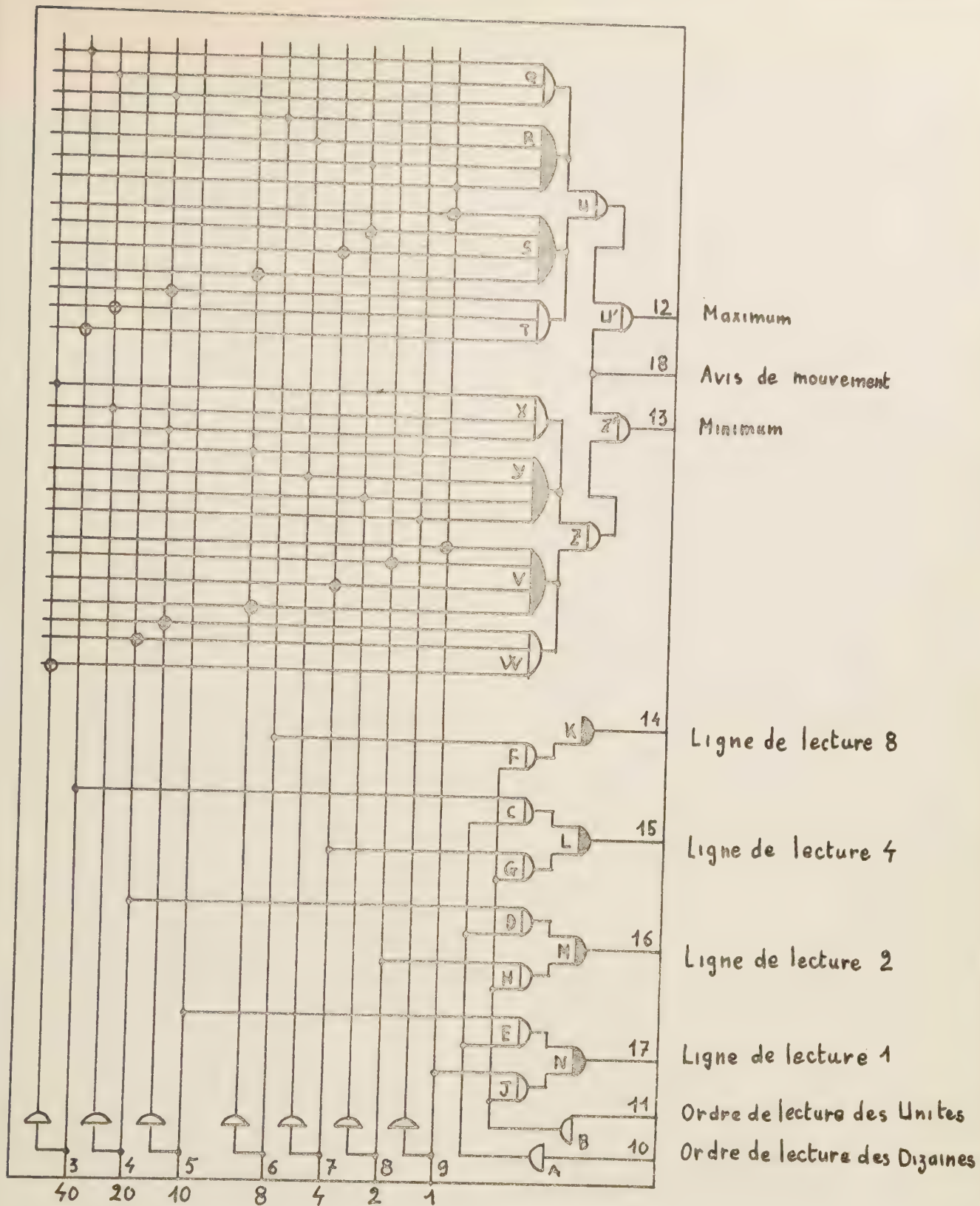
Tableau 224

Caractéristiques de l'horloge d'identification

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X		X				potentiel zéro de référence	
2	X		X				source d'énergie + 3,6 V	
3	X			X		- 12	créneaux d'identification	train d'impulsions positives
4	X		X			+ 13	fin d'identification	créneau positif
5	X		X			+ 16	lecture 0U	" "
6	X		X			+ 16	lecture 0D	" "
7	X		X			+ 16	lecture XU	" "
8	X		X			+ 16	lecture XD	" "
9	X		X			+ 16	lecture ZU	" "
10	X		X			+ 16	lecture ZD	" "
11	X		X			+ 16	lecture n° du capteur	" "
12	X		X			+ 16	ordre d'espacement	" négatif
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

Les impulsions appliquées à la borne (3), fournies par une porte RTL normale ont une largeur au plus égale à $1\text{ }\mu\text{S}$ et une fréquence de récurrence de l'ordre de 200 kHz.

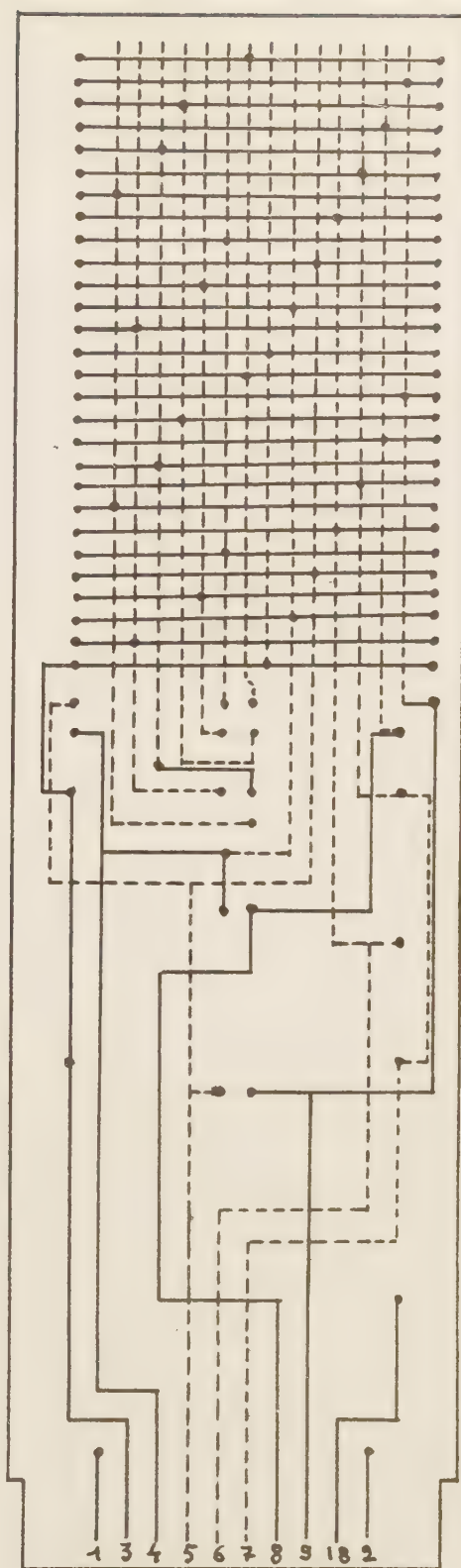
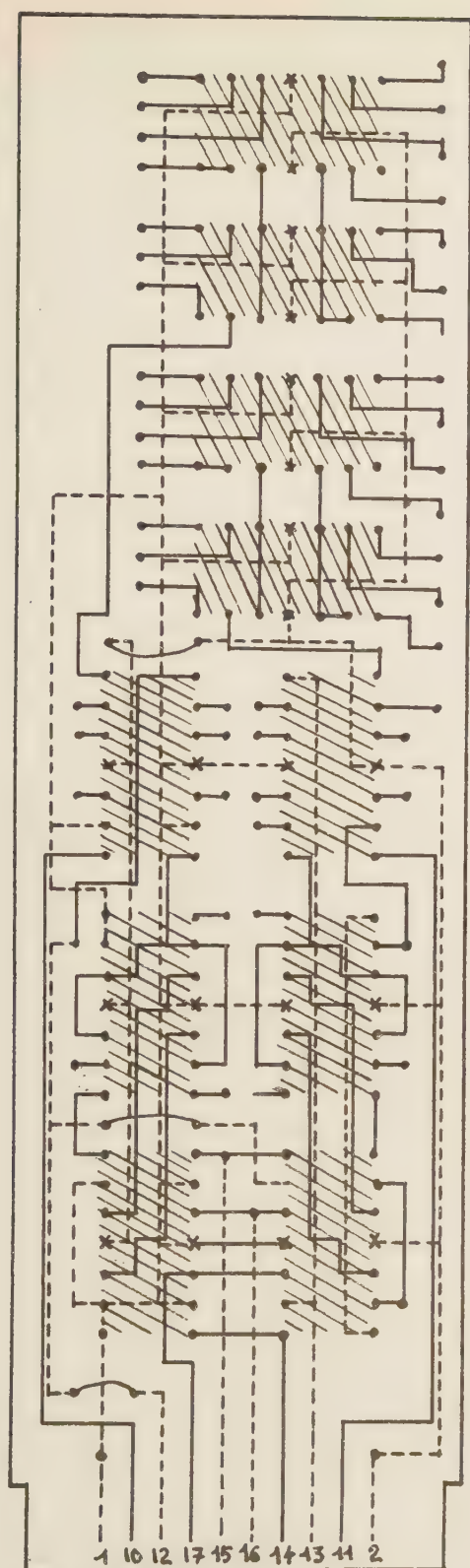
Les signaux de sortie ont une largeur au plus égale à $1\text{ }\mu\text{S}$ et un retard de $2,5\text{ }\mu\text{S}$ sur les créneaux d'entrée (retard mesuré entre les fronts montants).



Elaboration des Extrema

FIG 231

Principe



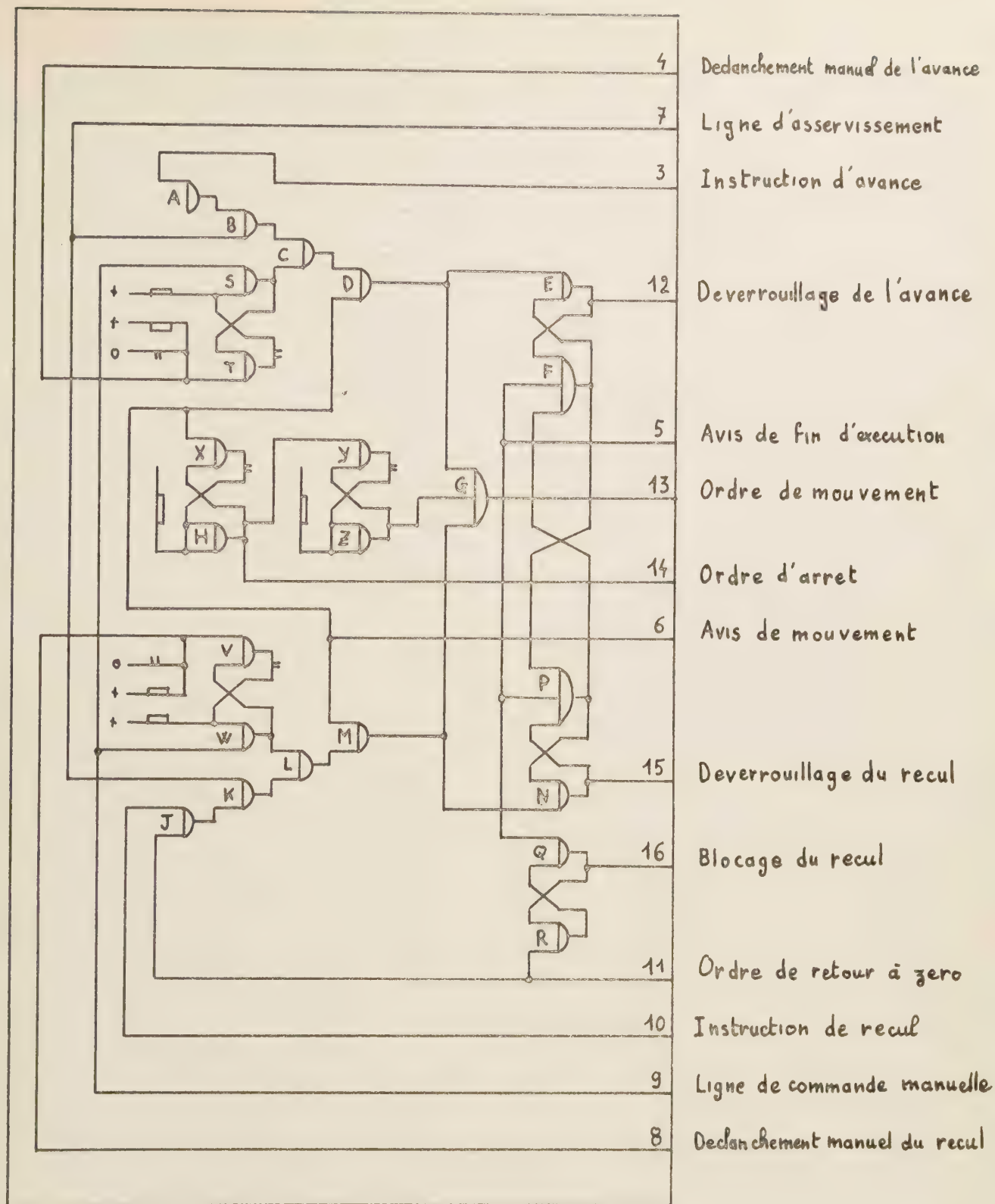
Elaboration des extrema

FIG 2 3 2

Réalisation

Les créneaux positifs appliqués successivement sur (10) et (11) ont une durée maximum de 1 microseconde.

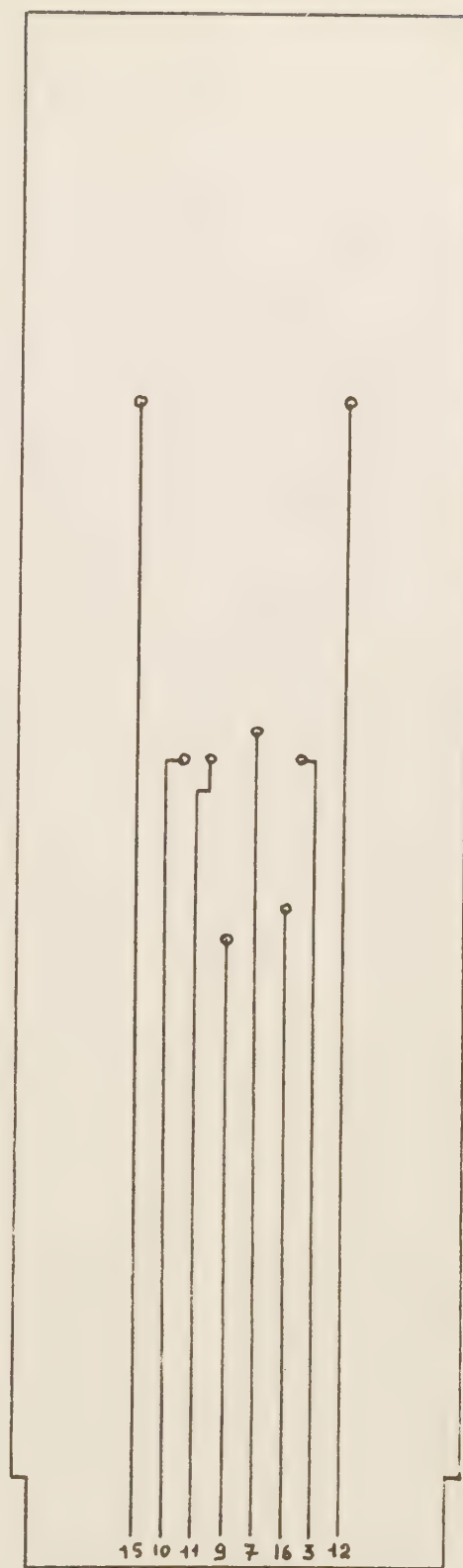
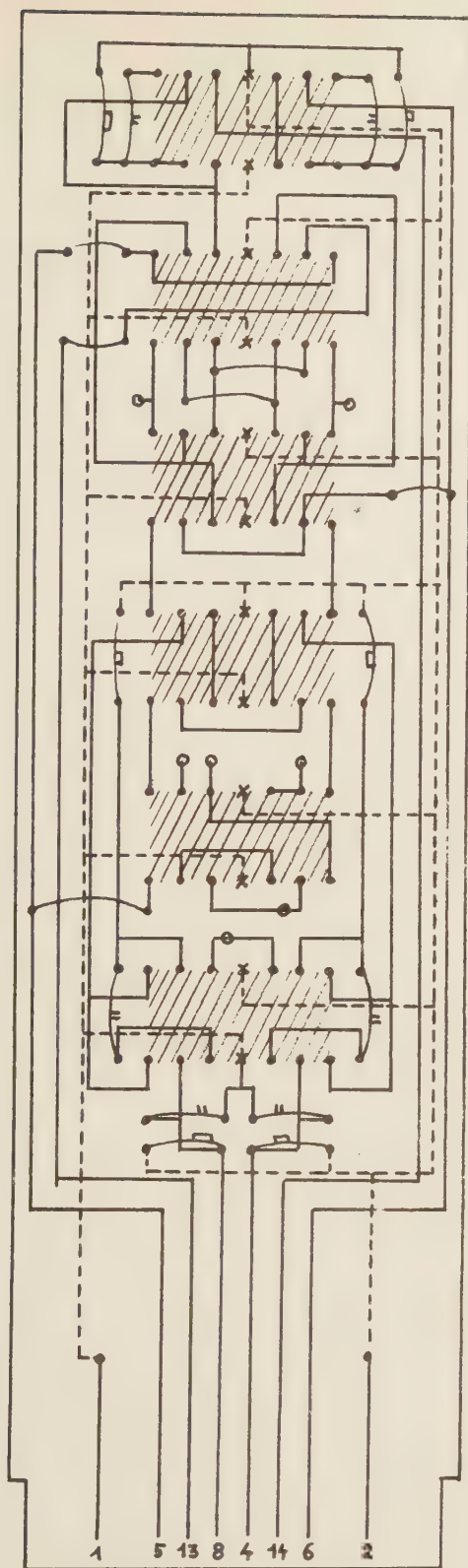
En connectant, pour les essais, les bornes (14) à (17), sorties d'expansions à la source + 3,6 V à travers des résistances de 1000Ω , on leur confère une sortance de 10 unités.



Sous-ensemble de Validation

FIG 233

Principe



Sous - ensemble de Validation

FIG 234

Realisation

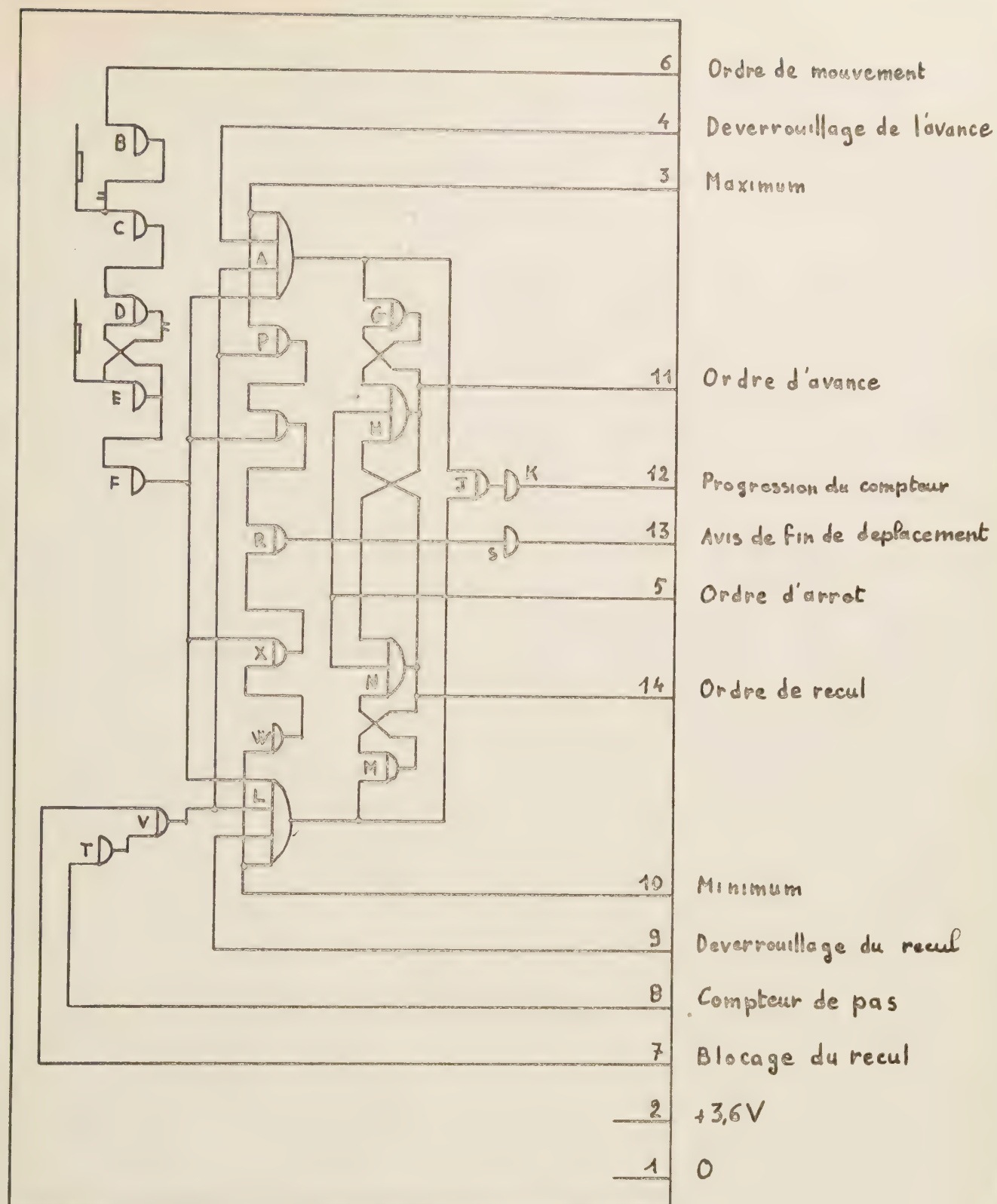
Les bornes (7) et (9) ne doivent pas être mises simultanément au niveau logique ZERO.

Le créneau positif appliqué à une seule des bornes (3), (10) et (11) a une durée maximum de 1 microseconde, les deux autres bornes sont au niveau logique ZERO.

Le créneau positif appliqué à une seule des bornes (4) et (8) est engendré par un bouton poussoir, l'autre borne est maintenue au niveau logique ZERO.

Le créneau positif apparaissant sur (14) a une durée de 3 microsecondes. Son front montant est contemporain du front descendant du signal appliqué sur (6).

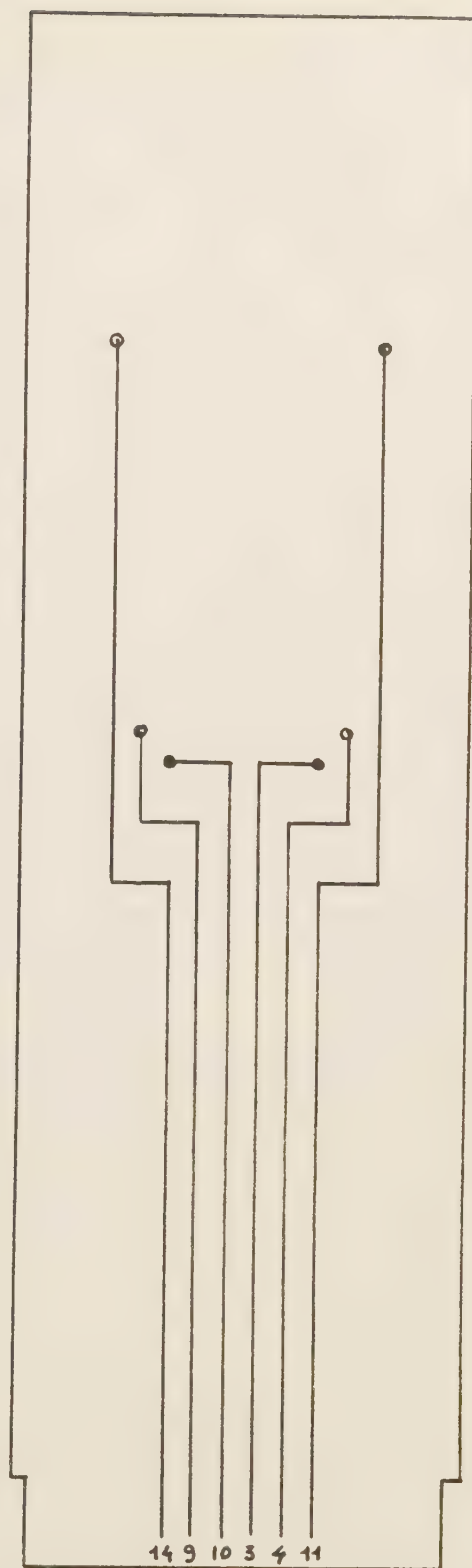
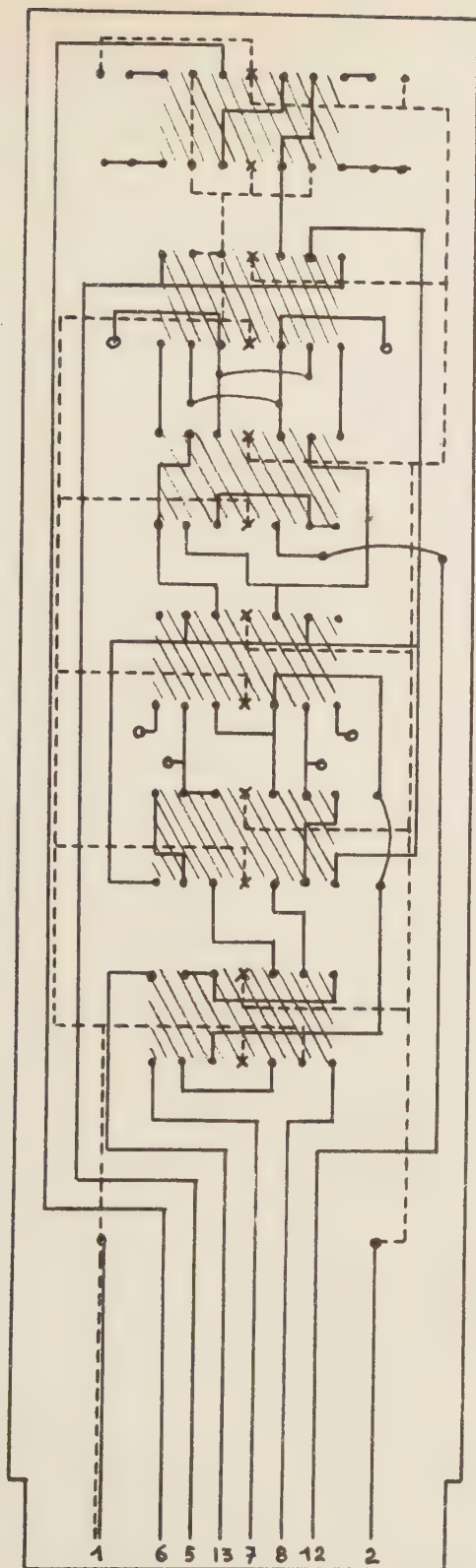
Le créneau négatif apparaissant sur (13) dure une microseconde. Son front descendant est contemporain de celui du signal émergeant de (14).



Attaque du bloc de déplacement

FIG 235

Principe



Attaque du Bloc de Deplacement

FIG 236

Realisation.

Tableau 233

Caractéristiques du sous-ensemble d'attaque des moteurs

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X			X			potentiel zéro de référence	
2	X			X			source d'énergie + 3,6 volts	
3	X				X	- 6	témoin de maximum	niveau UN si maximum atteint
4	X				X	- 3	déverrouillage de l'avance	" ZERO si avance autorisée
5	X				X	- 6	ordre d'arrêt	créneau positif
6	X				X	- 3	ordre de mise en mouvement	" négatif
7	X				X	- 3	recul forcé	niveau UN si recul forcé
8	X				X	- 3	témoin du compteur	" " si compteur plein
9	X				X	- 3	déverrouillage du recul	" ZERO si recul autorisé
10	X				X	- 6	témoin de minimum	" UN si minimum atteint
11		X	X			+ 13	ordre d'avance	" " si avance en cours
12		X			X	+ 16	ordre de progression du compteur	créneau positif
13		X			X	+ 16	signal de fin de mouvement	" "
14		X	X			+ 13	ordre de recul	niveau UN si recul en cours
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

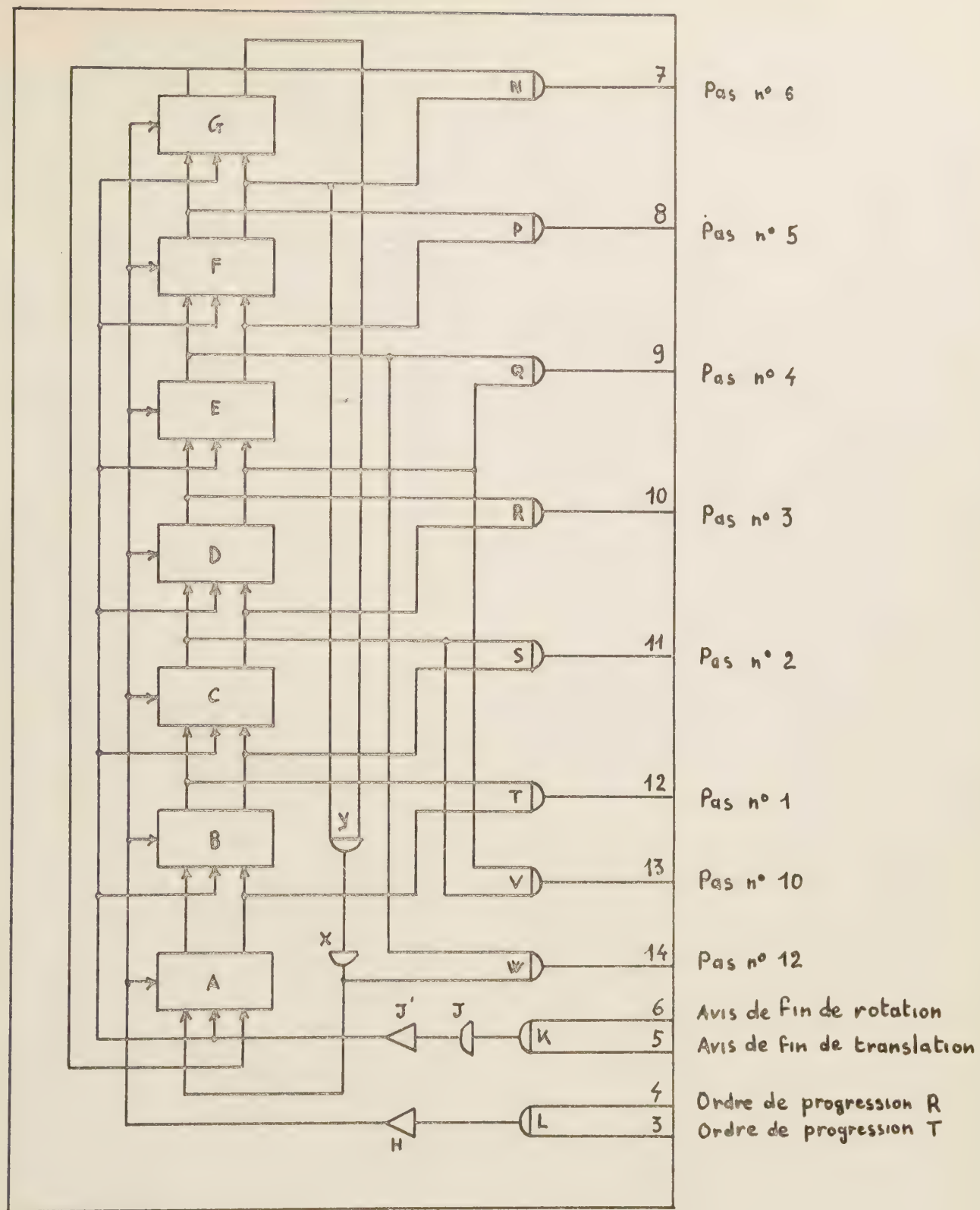
Les bornes (4) et (9) ne doivent pas être amenées simultanément au niveau logique ZERO.

La borne (7) ne doit être amenée au niveau logique UN que si la borne (9) est elle-même au niveau logique ZERO.

Le créneau positif appliqué sur (5) a une durée de 3 microsecondes

Le créneau négatif appliqué sur (6) a une durée maximum de 1 microseconde, son front descendant coïncide avec celui du signal négatif appliqué sur (5).

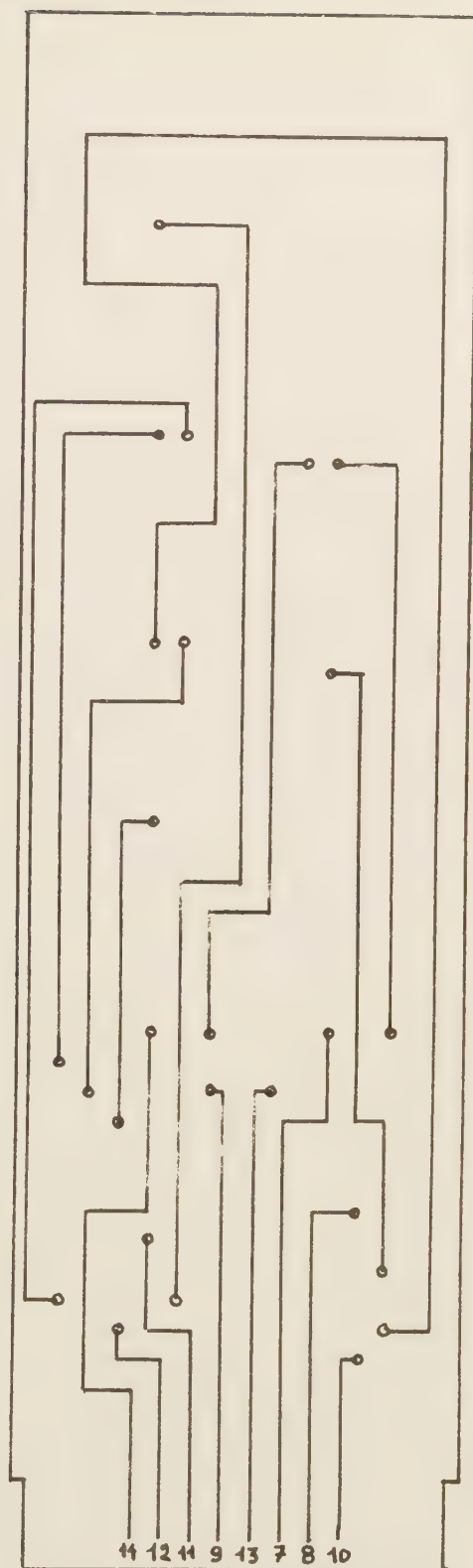
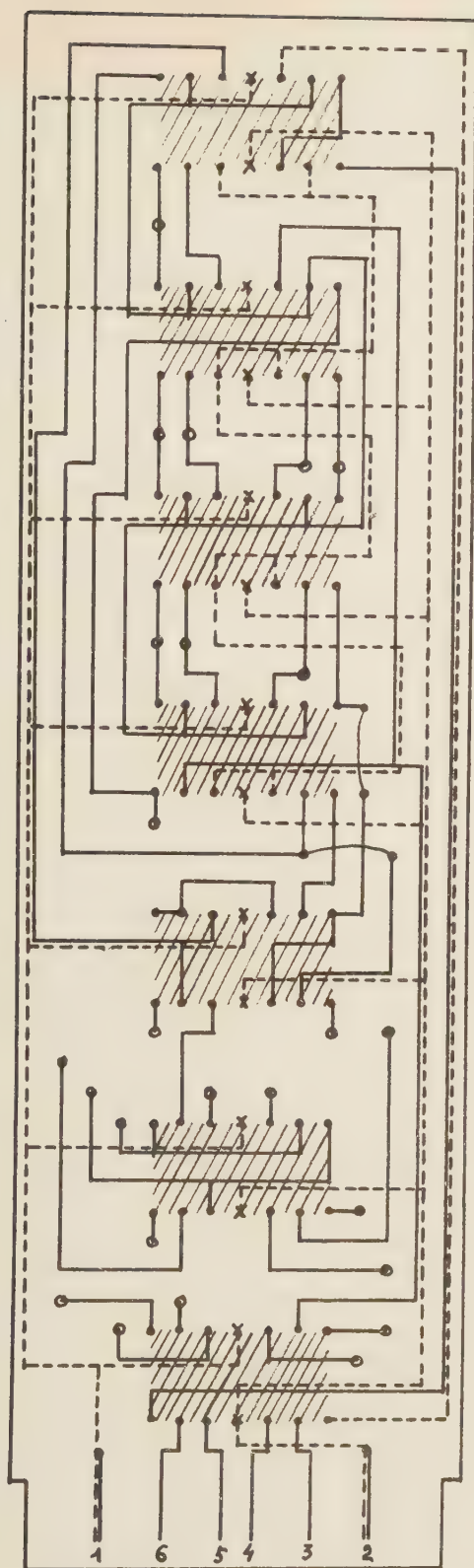
Le créneau positif apparaissant sur (12) ou sur (13) a une durée minimum de 10 microsecondes et son front montant a un retard minimum de 20 millisecondes sur celui du créneau négatif appliqué sur (6).



Compteur de pas elementaires

FIG 237

Principe



Compteur de pas élémentaires

FIG 238

Realisation

Tableau 234

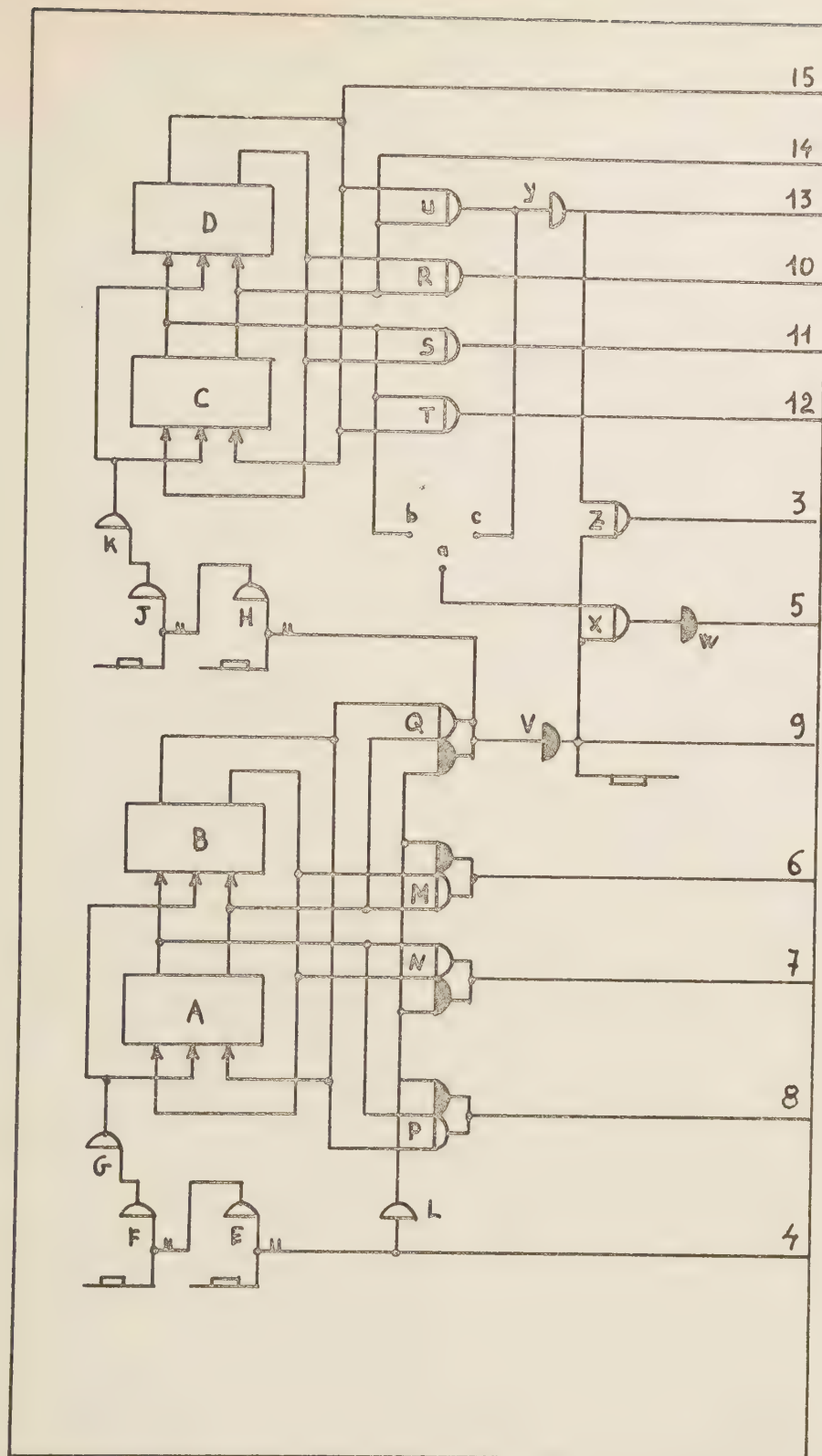
Caractéristiques du compteur de pas

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X			X			potentiel de référence	
2	X			X			source d'énergie + 3,6 volts	
3	X			X		- 3	ordre de progression issu de X	créneau positif
4	X			X		- 3	" " " " " "	" "
5	X			X		- 3	remise à zéro issue de X	" "
6	X			X		- 3	" " " " " "	" "
7		X	X			+ 16	sortie codée 6	niveau UN si état 6
8		X	X			+ 16	sortie codée 5	" " " " 5
9		X	X			+ 16	" " 4	" " " " 4
10		X	X			+ 16	" " 3	" " " " 3
11		X	X			+ 16	" " 2	" " " " 2
12		X	X			+ 16	" " 1	" " " " 1
13		X	X			+ 16	" " 10	" " " " 10
14		X	X			+ 16	" " 12	" " " " 12
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

Le créneau positif appliqué sur (3) ou sur (4) a une durée de 10 microsecondes.

Le créneau positif appliqué sur (5) ou sur (6) a une durée de 10 microsecondes.

Pour les essais, la fréquence de récurrence des créneaux appliqués sur (3) ou sur (4) peut être quelconque (éventuellement imposée par un bouton poussoir).

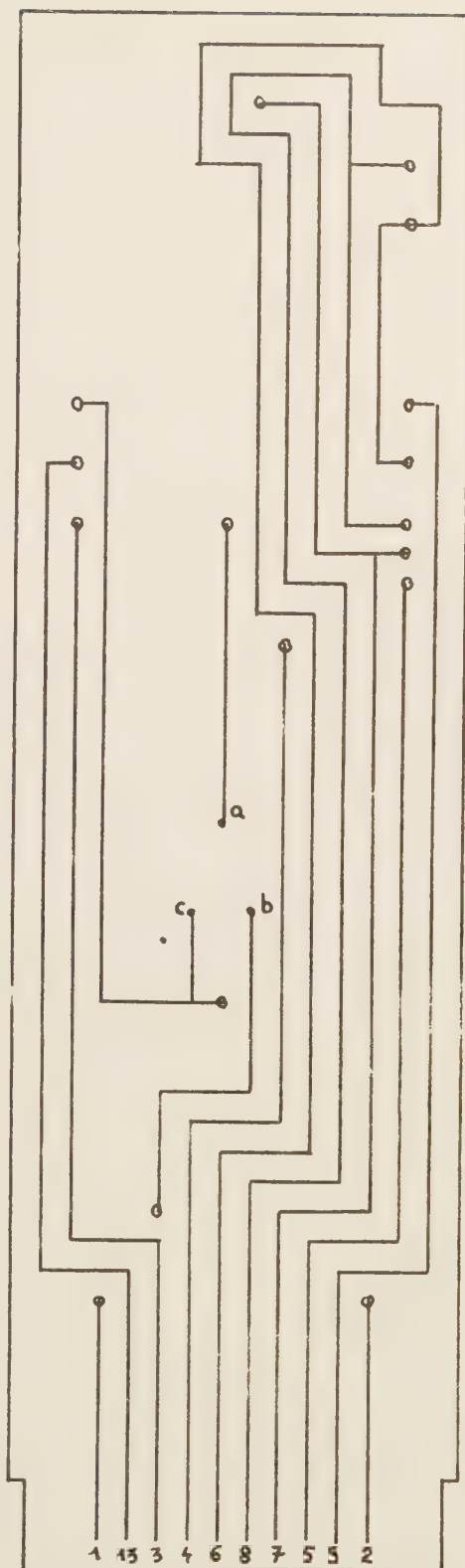
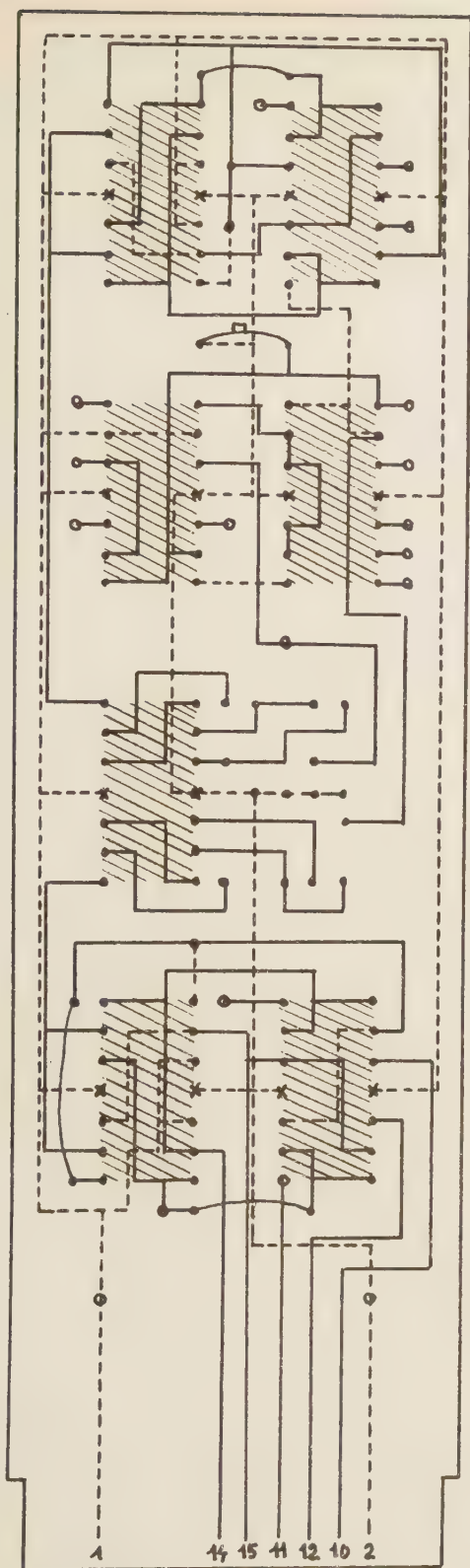


241A : reunir a-b
 241B : " a-c

Generateur de sequence

FIG 241

Principe



241A : reunir a et b par un cavalier soude

241B : " a et c " " " "

Generateur de Sequence

FIG 242

Realisation

Tableau 241

Caractéristiques du générateur de séquence

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X			X			potentiel zéro de référence	
2	X			X			source d'énergie + 3,6 V	
3		X			X	+ 16	fin de mesure	créneau positif
4	X				X	- 9	créneaux de mesure	train d'impulsions positives
5		X			X	- 2	ordres d'espacement	créneau négatif (expandeur)
6		X			X	+ 14	sortie codée U 0	créneau positif
7		X			X	+ 14	" " U 1	" "
8		X			X	+ 14	" " U 2	" "
9		X			X	+ 6	" " U 3	" négatif
10		X			X	+ 16	" " D 0	niveau UN si compteur à zéro
11		X			X	+ 16	" " D 1	" UN " " " 1
12		X			X	+ 16	" " D 2	" UN " " " 2
13		X			X	+ 16	" " D 3	" ZERO " " " 3
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

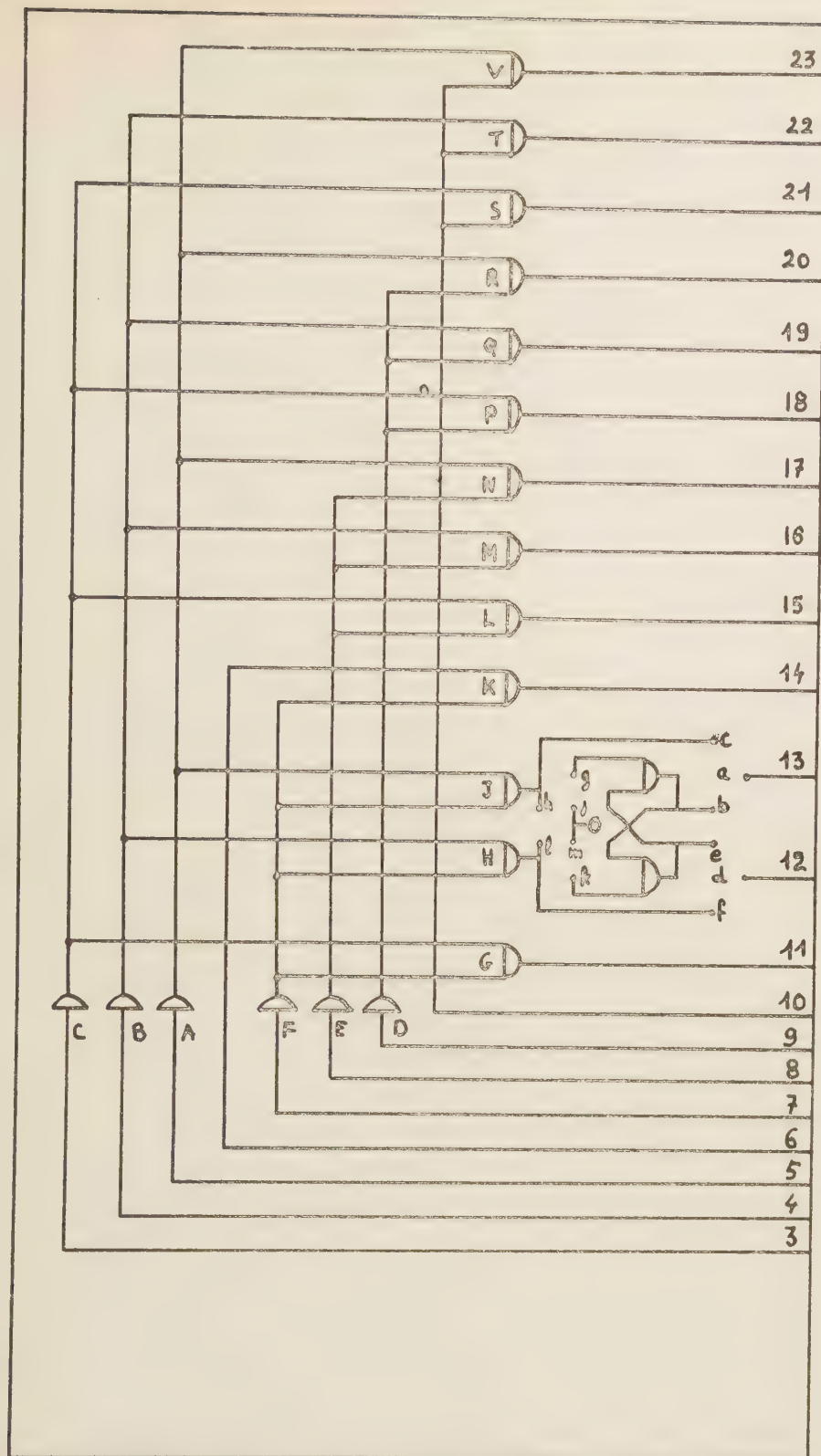
Les créneaux positifs appliqués à (4) ont une durée maximum de 1 microseconde.

L'intervalle entre deux créneaux successifs peut être quelconque mais au moins égal à quatre fois la durée d'un créneau.

Le retard des portes E et H est égal à la durée d'un créneau de mesure.

La durée des créneaux appliqués sur G et K est égale à celle des créneaux de mesure.

L'état des sorties (10) à (13) ne change qu'une microseconde après la fin d'un créneau positif de mesure.



Impulsion 32

31

30

22

21

20

12

11

10

03

02

01

00

Code $\overline{D_3}$
 D_2
 D_1
 D_0
 $\overline{U_3}$
 U_2
 U_1
 U_0

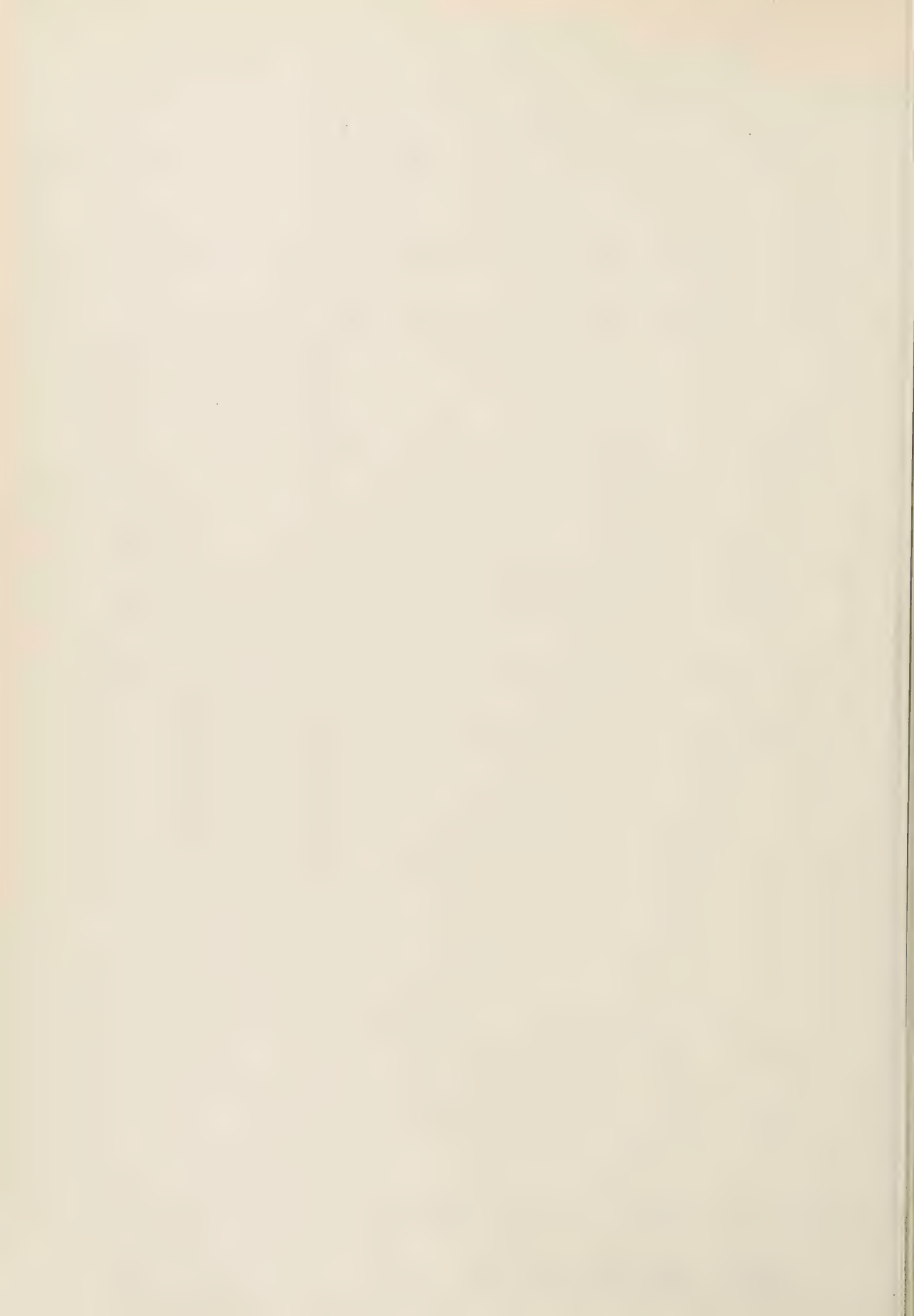
243 A: Relier : a-b , d-e, g-h, k-l

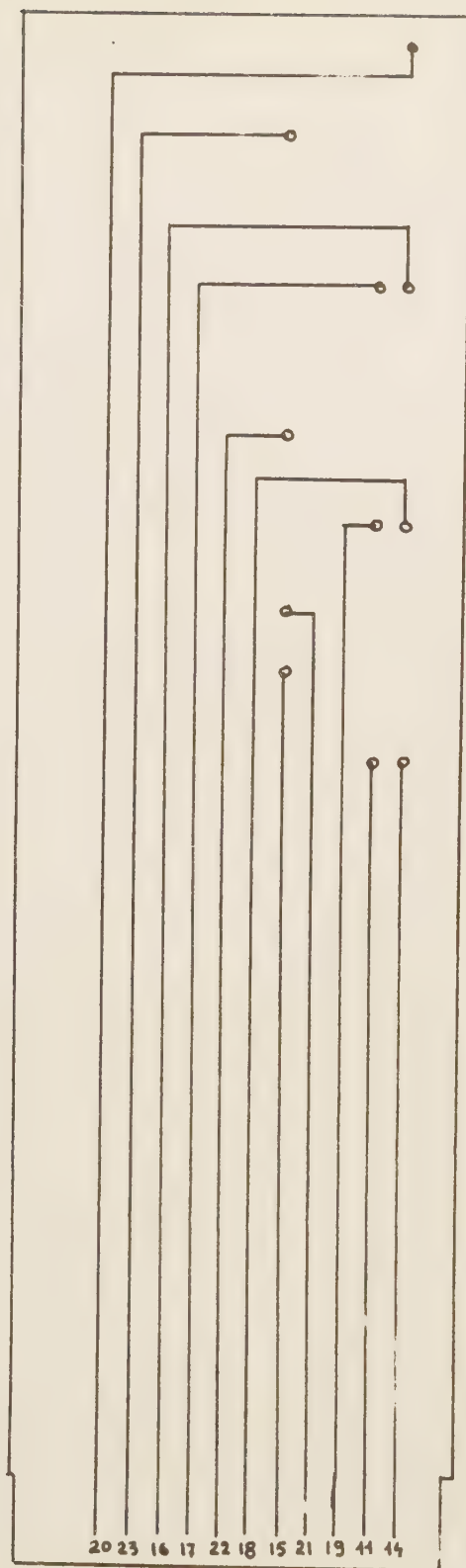
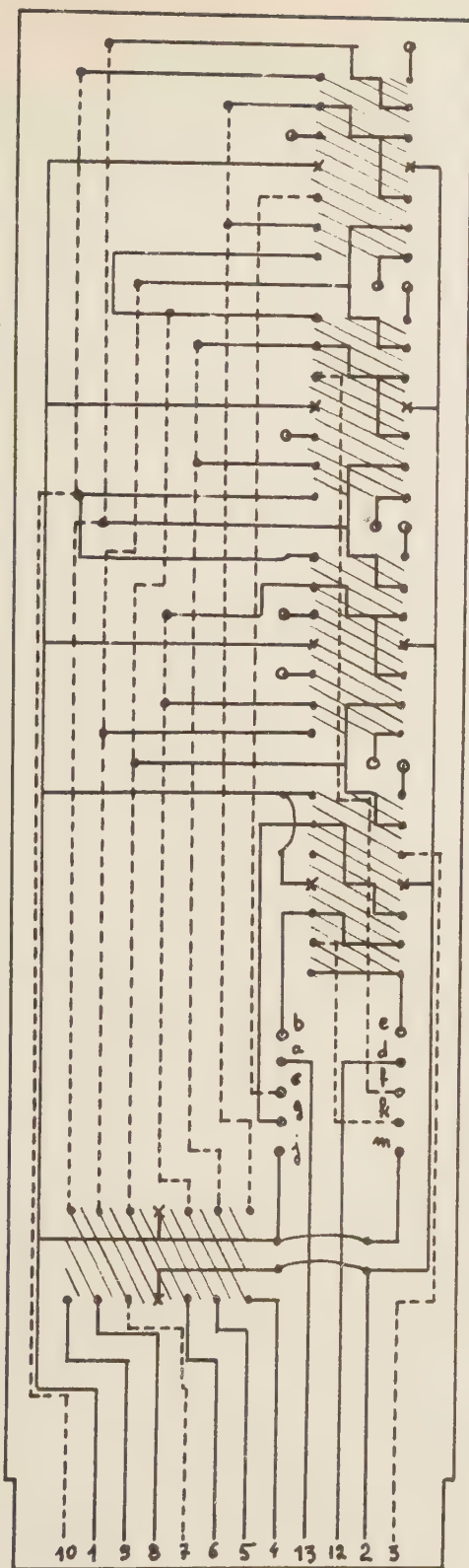
243 B: Relier : a-c , d-f, g-j, k-m

Sous - ensemble decodeur

FIG 243

Principe





243 A : relier a-b , c-g , d-e , p-k
 243 B : " a-c , g-f , d-f , k-m

Sous-ensemble decodeur

FIG 244

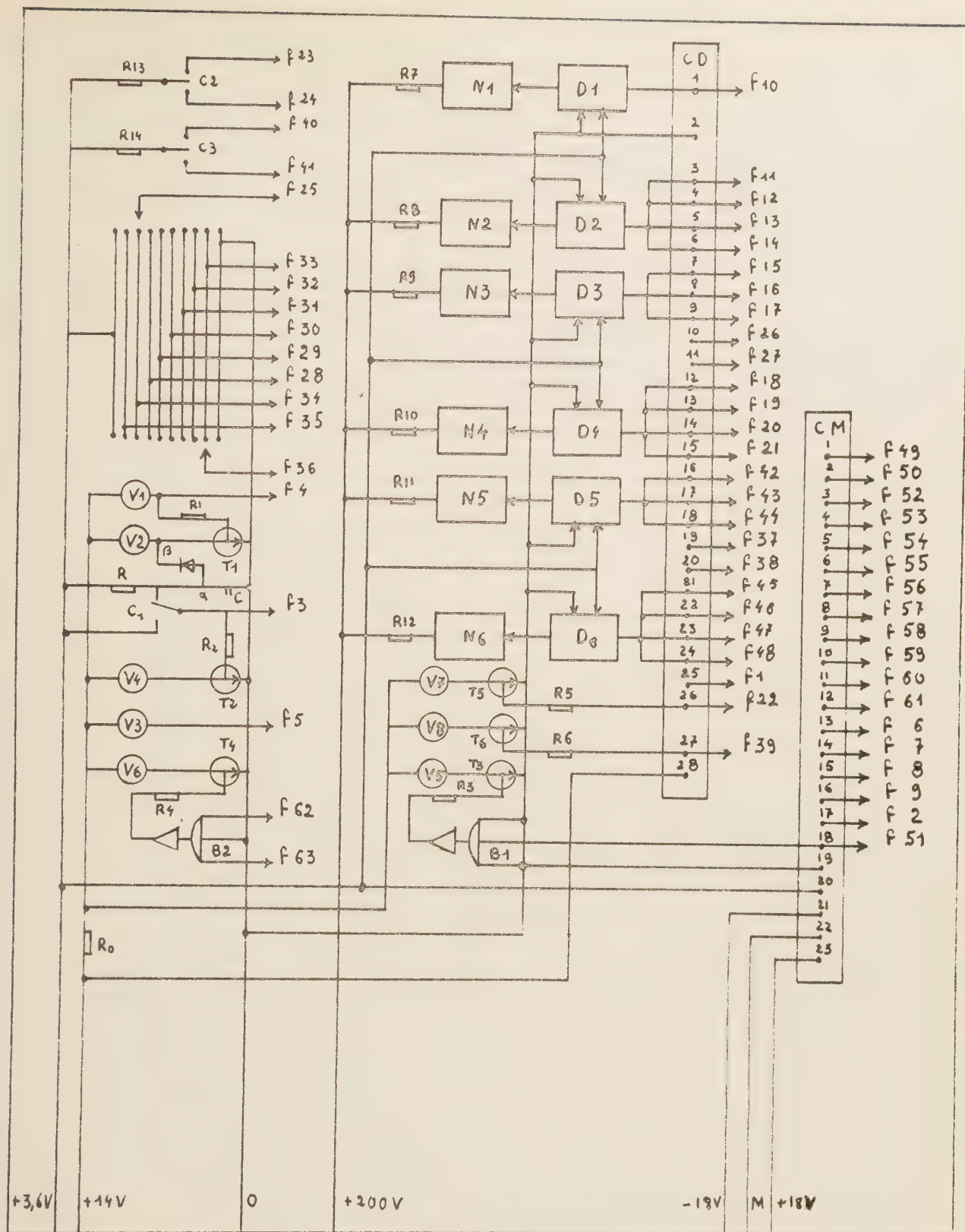
Realisation

Un seul créneau de 1 microseconde (positif sur 3, 4, 5 négatif sur 6) est appliqué à la fois.

Un seul créneau de 4 microsecondes (positif sur 7, 8, 9, négatif sur 10) est appliqué à la fois.

A chaque paire créneau court, créneau long correspond un seul créneau court de sortie sur une seule des bornes 11 ou 14 à 23.

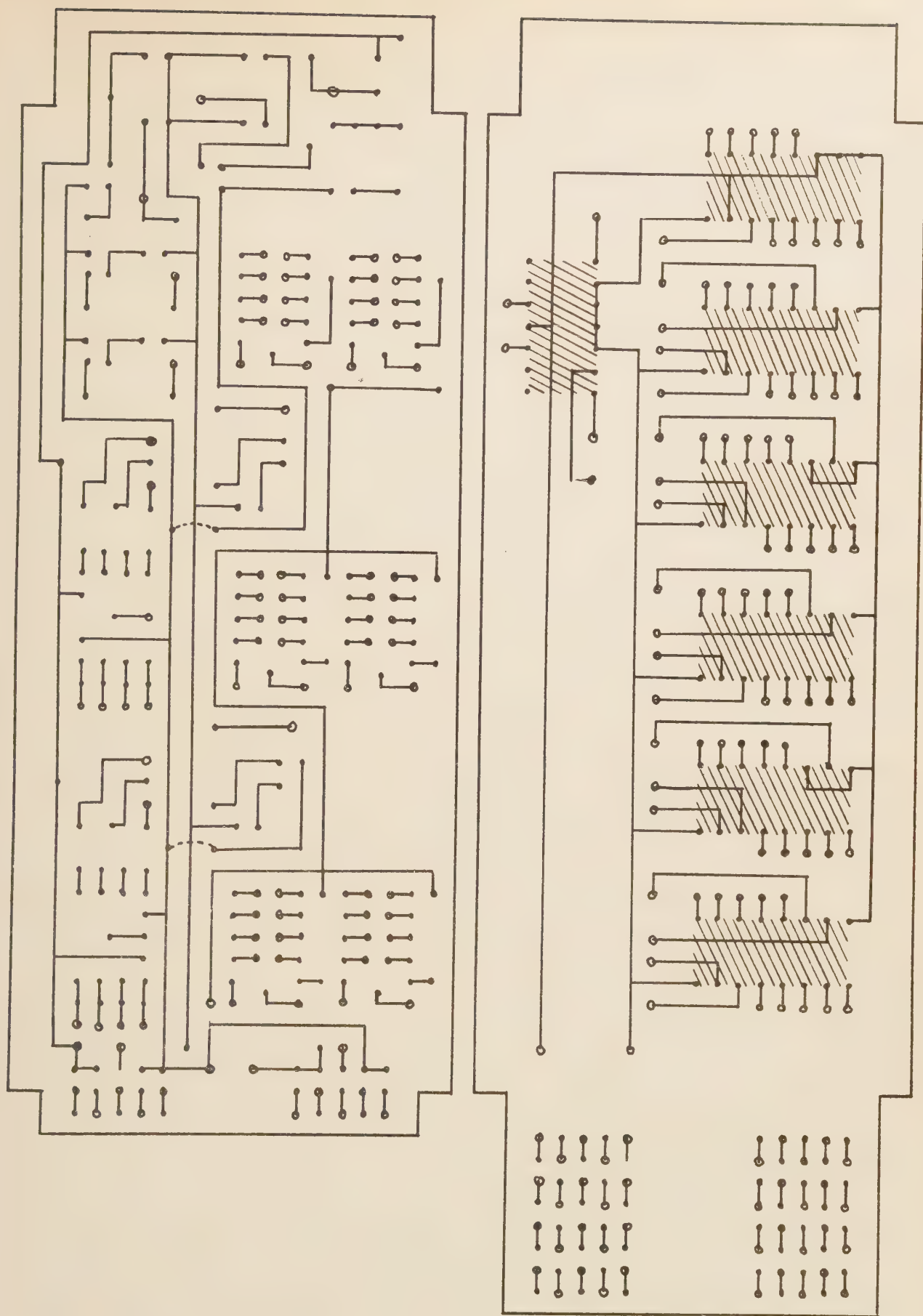
Le niveau des bornes (12) et (13) s'inverse uniquement entre les créneaux 01 et 02.



Panneau frontal

FIG 251

Principe



Panneau Frontal d'un tiroir de liaison

FIG 252

Realisation

Tableau 251 A

Caractéristiques de sortie d'un tiroir de liaison (connecteur A)

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X						masse	
2	X		X			12 mA	+ 200 V	alimentation NIXIE
3	X		X			3 A	+ 14 V	" moteurs
4	X				X	1 A	source + 3,6 V	
5		X			X	+ 10	fin d'opération	créneau négatif
6		X			X	- 2	avis d'indisponibilité	créneau négatif (sortie d'expans- seur)
7		X			X	+ 16	signal de défaut	" positif
8		X			X	- 2	ligne de sortie 8	" négatif (sortie d'expans- seur)
9		X			X	- 2	" " " 4	" " " "
10		X			X	- 2	" " " 2	" " " "
11		X			X	- 2	" " " 1	" " " "
12	X				X	- 6	remise à zéro en translation	créneau positif
13	X				X	- 3	recul d'un pas en translation	" "
14	X				X	- 6	avance d'un pas en translation	" "
15	X				X	4 A	potentiel zéro de référence	
16								
17	X		X				- 18 Volts	alimentation du bloc linéaire
18	X		X				masse du bloc linéaire	
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								



Tableau 251 B

Caractéristiques de sortie d'un tiroir de liaison (connecteur B)

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X		X				masse	shunte avec A1
2	X		X			12 mA	+ 200 V	shunte avec A2
3	X		X			3 A	+ 14 V	shunte avec A3
4	X				X	1 A	source + 3,6 V	shunte avec A4
5		X			X	+ 20	ligne d'asservissement	état zéro
6	X					- 6	ordre d'isolement	créneau négatif
7	X				X	- 6	ordre d'asservissement	" "
8	X				X	- 3	ordre d'identification	impulsions négatives
9	X				X	- 3	ordre de mesure	" "
10	X				X	- 6	1er digit du N° du capteur	niveau zéro si digit 1
11	X				X	- 6	2ème " " " " "	" " " "
12	X				X	- 6	remise à zéro en rotation	créneau positif
13	X				X	- 3	recul d'un pas en rotation	" "
14	X				X	- 6	avance d'un pas en rotation	" "
15	X				X	4 A	potentiel zéro de référence	shunte avec A 15
16								
17	X		X				source + 18 V	alimentation du bloc linéaire
18	X		X				masse du bloc linéaire	shuntée avec A 18
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

TIROIR AUXILIAIRE

31 - INTRODUCTION

311 - Fonctions du tiroir auxiliaire

Le tiroir auxiliaire sert de trait d'union entre le tiroir pilote, générateur de programme, et certains constituants électroniques ou mécaniques. Il a pour tâches :

- d'élaborer, à partir des instructions émises par le tiroir pilote, les ordres de :
 - . rotation du tube d'expérience
 - . lecture des valeurs des paramètres caractéristiques du lit fluidisé (pression, température, débit, position de certains organes, etc...).
- de fournir les indications visuelles sur les paramètres de l'essai.
- de permettre une action manuelle sur ces paramètres, sans perturbation du programme général.
- de détecter les défauts éventuels et d'agir sur l'installation afin de la protéger contre leurs conséquences.

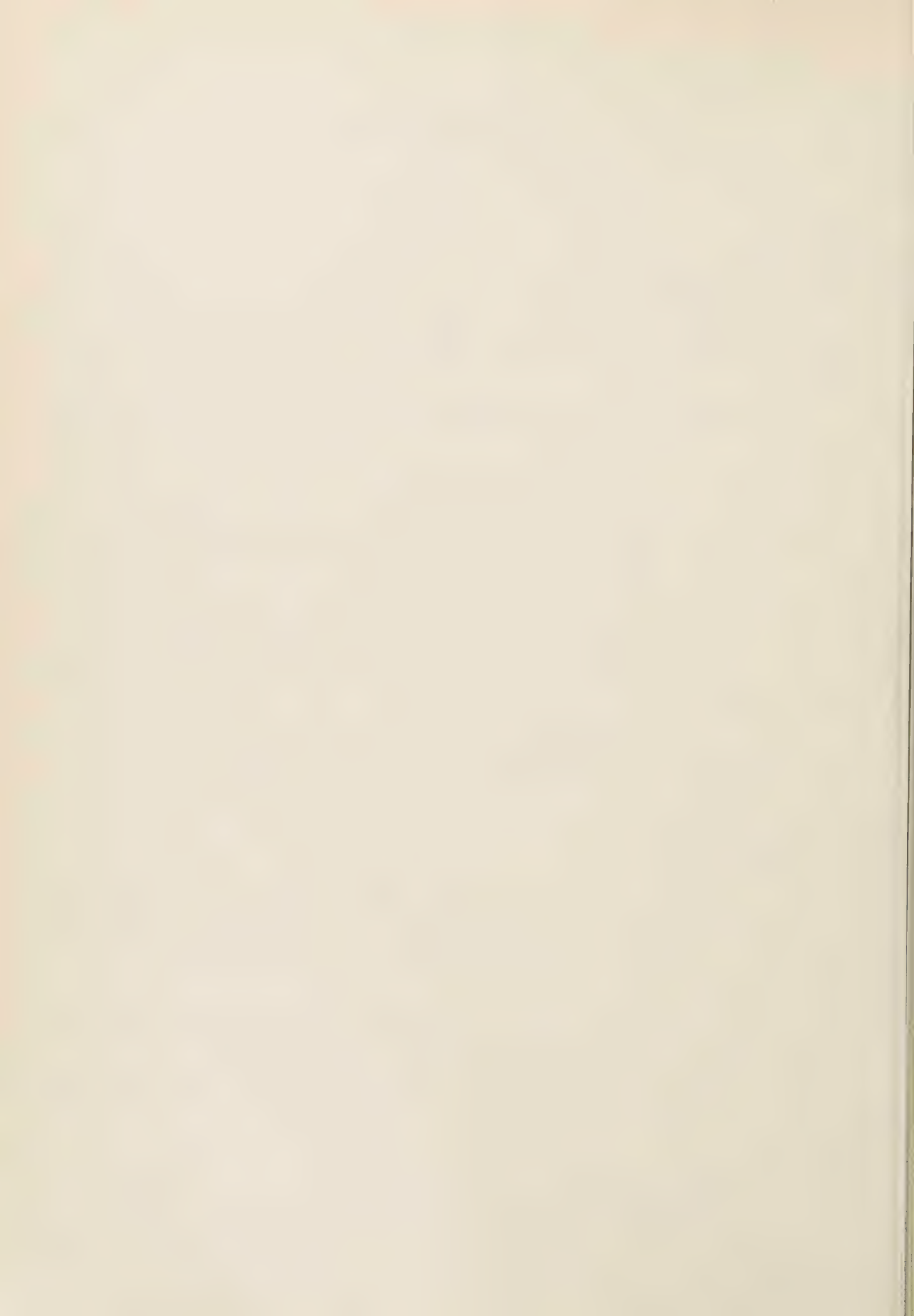
312 - Description d'ensemble

3121 - Schéma électrique

Afin de satisfaire aux exigences énumérées ci-dessus, le schéma électrique du tiroir auxiliaire, tel qu'il est représenté sur la figure 311, fait appel à quelques transistors et composants discrets associés à des circuits intégrés digitaux de la famille R.T.L.

Ces différents constituants sont groupés en un certain nombre de petits sous-ensembles que l'on peut, pour plus de commodité, classer en :

- éléments de service général (détection des défauts, protection, identification)
- éléments de mesure des grandeurs physiques
- éléments de commande de certains paramètres physiques.



3122 - Réalisation pratique

La figure 312 représente une perspective éclatée de ce tiroir de dimensions normalisées (2/8,5 unités). Elle montre :

- le panneau de façade de 3 millimètres d'épaisseur où sont rassemblés tous les organes de contrôle et de signalisation.

- les quatre longerons inférieurs entre lesquels sont emprisonnées les deux rangées de connecteurs à 14 contacts où viennent s'enficher les différents sous-ensembles individuels.

- la vis d'embrochage et de verrouillage du tiroir dans son alvéole.

- les plaques transversales et longerons supérieurs assurant la rigidité de l'ensemble.

- les quatre connecteurs à 18 contacts sur la face arrière.

- les sous-ensembles élémentaires, blocs de 127 mm x 42 x 15 analogues dans leur conception, à ceux utilisés pour les tiroirs de liaison.

32 - COMMANDE DE CERTAINS PARAMETRES MECANIQUES

321 - Généralités

3211 - Fonctions

Les éléments de commande des paramètres mécaniques ont pour fonctions :

- d'élaborer, à partir des instructions émises par l'unité pilote, les ordres de rotation de l'ensemble du tube d'expérience afin de permettre l'étude du lit fluidisé en tous points d'une section droite

- de définir, à partir des renseignements fournis par le milieu extérieur, les verrouillages, détections et informations nécessaires au déroulement de l'essai.

3212 - Constitution

Les fonctions énumérées ci-dessus étant très analogues à celles dévolues à certains des circuits d'un tiroir de liaison (cf 2ème partie), il sera possible, moyennant certains aménagements mineurs, d'utiliser les mêmes blocs élémentaires que ceux précédemment décrits.

Pour plus de commodité nous distinguerons alors :

- les sous-ensembles de commande de la rotation du tube

- les sous-ensembles d'affichage de la position du répartiteur d'air.

322 - Sous-ensemble de commande de rotation

3221 - Fonctions

Les sous-ensembles de commande de la rotation du tube d'expérience ont pour rôle de provoquer le déplacement de ce tube autour d'un axe vertical, soit sur un ordre émis par l'unité pilote, soit sous contrôle manuel. Leur fonction est donc en tous points comparable à celle des circuits de commande de translation ou de rotation des tiroirs de liaison.

3222 - Constitution

Le fonctionnement étant identique à celui décrit précédemment (§ 23) il sera possible d'utiliser les mêmes sous-ensembles élémentaires, en aménageant éventuellement leurs interconnexions, ce qui conduit à employer :

- Un élément d'élaboration des extréma n° 231
- Un élément de validation des instructions n° 233
- Un élément d'attaque du système électromécanique n° 235
- Un élément de comptage des pas n° 237.

3223 - Sous-ensemble d'élaboration des extréma

Ce sous-ensemble est rigoureusement identique à celui décrit précédemment (§ 232) et fonctionne de la même façon. Ses caractéristiques sont donc celles mentionnées dans le tableau 231.

3224 - Sous-ensemble de validation des instructions

Comme le précédent, ce sous-ensemble est rigoureusement identique à celui décrit § 233. Le tableau 232 peut donc lui être appliqué dans tous ses détails.

3225 - Sous-ensemble d'attaque du système de déplacement

De fonctionnement identique à celui indiqué § 234, ce sous-ensemble admet comme caractéristiques celles énumérées dans le tableau 233.

3226 - Sous-ensemble de comptage des pas

De principe identique à celui décrit § 235, ce sous-ensemble ne contrôle, dans le cas actuel, qu'un seul mouvement au lieu de deux. Les bornes (3) et (5) de la figure 237 n'ont alors plus aucune utilité et doivent simplement être maintenues en permanence au niveau logique ZERO (potentiel de référence) : les lignes correspondantes du tableau 234 sont alors sans intérêt.

323 - Sous-ensemble d'affichage de la position du répartiteur

3231 - Fonctions

Lors des études du lit fluidisé en régime dynamique, avec circulation descendante des grains solides, ceux-ci s'échappent par un interstice annulaire ménagé entre la base du tube d'expérience et le bloc répartiteur. Le débit solide dépendant des dimensions de l'interstice, il est nécessaire que l'on transmette à l'unité de traitement des résultats la position du répartiteur exactement dans les mêmes conditions qu'on lui indique le numéro d'ordre et la cote d'un capteur ponctuel.

3232 - Constitution

L'analogie entre le problème de la lecture de la position du répartiteur et celui de l'affichage de la cote du capteur permet d'utiliser une partie des circuits de sous-ensembles déjà existants en aménageant convenablement les connexions extérieures.

En admettant que la position du répartiteur soit représentée par un nombre au plus égal à 60, on peut utiliser, pour transmettre l'information correspondante :

- le sous-ensemble d'information n° 223
- le sous-ensemble d'affichage n° 225

3233 - Sous-ensemble d'information

Dans le montage normal (fig. 223), les bornes (3) et (4), lorsqu'elles sont au niveau logique ZERO, permettent à un créneau positif appliqué sur la borne (5) de faire apparaître un créneau négatif sur les bornes (13), (14) et (15).

Dans le cas présent on peut :

- connecter la borne (3) au commutateur d'affichage du digit R_{20} de la position du répartiteur.
- connecter la borne (4) au commutateur d'affichage du digit R_{40}
- relier la borne (13) à la ligne de lecture l_{20} et la borne (14) à la ligne l_{40} .

Les caractéristiques données par le tableau 222 demeurent alors valables en ce qui concerne les bornes (3), (4), (5), (13) et (14).

3234 - Sous-ensemble d'affichage

Dans le montage normal (fig. 225)

- le digit Z_{10} , appliqué sur la borne (3), donne, au passage d'un créneau positif sur la borne (8), un créneau négatif sur la ligne de sortie (12).



- les digits Z_1, Z_2, Z_4, Z_8 appliqués sur les bornes (4) à (7) donnent, au passage d'un créneau positif sur la borne (9), un créneau négatif sur les lignes de sortie (12), (14) (16) et (18).

Dans le cas présent le fonctionnement est strictement identique à celui qui vient d'être décrit, en appliquant R_{10} sur la borne (3), R_1 à R_8 sur les bornes (4) à (7).

Les caractéristiques indiquées par le tableau 223 demeurent valables pour toutes les bornes du sous-ensemble.

3235 - Schéma des connexions modifiées

La figure 321 représente les éléments de circuit des sous-ensembles 223 et 225 concernés par la lecture de la position du répartiteur en précisant les connexions à établir entre les différentes bornes.

33 - ELEMENTS DE MESURE DES PARAMETRES PHYSIQUES

331 - Généralités

3311 - Fonctions

Les éléments de mesure des paramètres physiques ont pour rôle :

- de surveiller en permanence la valeur des grandeurs caractéristiques du lit fluidisé telles que la température et la pression à la base de la colonne, le débit gazeux, etc...

- d'afficher périodiquement les résultats de ces mesures.

- de détecter les écarts anormaux entre les valeurs mesurées et celles désirées.

3312 - Principe des mesures

Les capteurs de mesure, extérieurs à la baie d'électronique (cf 6ème partie) sont des ensembles analogiques fournissant chacun au tiroir auxiliaire :

- un créneau négatif dont la durée est proportionnelle à l'amplitude du paramètre à mesurer.

- un état logique UN signalant que l'écart avec la valeur de consigne dépasse un seul prédéterminé.

A l'intérieur du tiroir auxiliaire des chronomètres à trois décades donnent sous forme digitale, la durée des créneaux de mesure, donc la valeur numérique du paramètre.

Suivant les besoins ces résultats sont soit transmis à l'unité de traitement des données, soit appliqués à des systèmes de visualisation.

3313 - Composition

Les circuits digitaux de mesure des paramètres physiques sont logés dans neuf sous-ensembles élémentaires :

- un sous-ensemble générateur de créneaux
- cinq sous-ensembles identiques de comptage et de lecture
- trois sous-ensembles de visualisation des résultats.

332 - Sous-ensemble générateur de créneaux

3321 - Schéma de principe

La figure 331 représente le schéma de principe du générateur de créneaux et donne les équations logiques :

$$\begin{aligned}
 \overline{A} &= B = 19 + \overline{20} B & 21 &= C = \overline{B} \delta J & \overline{E} &= D = C + \overline{19} D \\
 J &= \overline{D} \delta' G & 14 &= L = J = \overline{D} \delta' G \\
 K &= \overline{D} \delta G & 13 &= M = K = \overline{D} \delta G \\
 17 &= Y = \overline{18}.J' = \overline{18}.J = \overline{18}.\overline{D} \delta G & 16 &= Z = \overline{15}.J' = \overline{15}.\overline{D} \delta G \\
 3 &= S' = \overline{S} = 8 + V = \overline{8}.T & 4 &= R' = \overline{R} = 9 + V = \overline{9}.T \\
 5 &= Q' = \overline{Q} = 10 + V = \overline{10}.T & 6 &= P' = \overline{P} = 11 + V = \overline{11}.T \\
 7 &= N' = N = 12 + V = \overline{12}.T
 \end{aligned}$$

3322 - Fonctionnement

Les quatre inverseurs T, U, V, W associés au réseau R₆, R₇, C₆ et au quartz X constituent un multivibrateur oscillant à la fréquence de résonance du cristal, comprise entre 1,5 et 1,8 mégahertz.

FONCTIONNEMENT NORMAL

En fonctionnement normal les deux bascules statiques AB et DE sont au repos, B, au niveau logique UN, maintient la sortie de C au niveau logique ZERO ; D, au niveau ZERO, ouvre les portes G, J et K.

Le multivibrateur GH dont le démarrage est garanti par le montage FF', peut alors fonctionner et délivrer des signaux rectangulaires à la fréquence d'environ 1 kHz.

La sortie G de ce multivibrateur attaque :

- un générateur de créneaux K suivi d'un buffer M délivrant sur la borne (13) des trains d'impulsions positives d'une durée inférieure à la microseconde.

Ces créneaux positifs sont utilisés pour la remise à zéro des compteurs.

- Un générateur de créneaux rectangulaires J suivi du buffer L délivrant sur la borne (14) des trains de créneaux positifs d'une durée égale à 800 microsecondes. Ils permettent aux générateurs de rampes d'élaborer les signaux de mesure (cf 6ème partie).

Le générateur J agit en outre, par l'intermédiaire de l'inverseur J', sur les deux portes Y et Z. Lorsqu'elles sont ouvertes par la présence d'un niveau ZERO sur les bornes (15) ou (18), ces portes délivrent sur les bornes (16) et (17) des créneaux positifs de 800 microsecondes.

Les créneaux négatifs de longueur variable émis par les capteurs, appliqués sur les bornes (8) à (12) ouvrent les portes N à S permettant ainsi aux signaux car-
rés issus de V d'atteindre, à travers les inverseurs N' à S', les bornes (3) à (7) et les entrées de comptage des autres sous-ensembles (cf § 333).

FONCTIONNEMENT DU SYSTEME D'IDENTIFICATION

La transmission des résultats des mesures vers l'unité de traitement des données ne peut s'effectuer qu'après l'achèvement d'une période de comptage sous peine d'obtenir des chiffres sans aucune signification.

Le créneau positif appliqué sur (20) arme la bascule AB, déverrouillant ainsi la porte C. Le premier front descendant issu de J qui suit le basculement de AB provoque l'émission par C d'un ordre d'armement de la bascule DE, et, sur (21), l'apparition d'un signal autorisant l'identification. Celle-ci bloque alors le multi-
vibrateur GH et les deux générateurs J et K. Les bornes (13), (14), (16) et (17) de-
meurent alors au niveau logique ZERO.

Les ensembles linéaires extérieurs, non excités, maintiennent les bornes (8) à (12) au niveau logique UN, interdisant la transmission d'impulsions à compter et imposant, grâce aux inverseurs N' à S', la présence d'un niveau UN sur les bornes (3) à (7).

A la fin de l'identification, un créneau positif appliqué sur la borne (19) désarme les deux bascules statiques et permet un retour au fonctionnement normal.

3323 - Réalisation pratique

La figure 332 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble générateur de créneaux. Le tableau 331, lui, donne les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes et précise les conditions particulières d'essai.

333 - Sous-ensemble d'affichage et de lecture

3331 - Schéma de principe

La figure 333 représente le schéma de principe d'un sous-ensemble d'affichage et permet d'écrire ses équations logiques :

$$\begin{aligned}
 H &= \overline{5} & N &= \overline{6} & T &= \overline{7} \\
 D &= \overline{A_8} \cdot \overline{H} = 5 \overline{A_8} & E &= 5 \cdot \overline{A_4} & F &= 5 \cdot \overline{A_2} & G &= 5 \cdot \overline{A_1} \\
 J &= 6 \overline{B_8} & K &= 6 \overline{B_4} & L &= 6 \cdot \overline{B_2} & M &= 6 \overline{B_1} \\
 P &= 7 \cdot \overline{C_8} & Q &= 7 \cdot \overline{C_4} & R &= 7 \cdot \overline{C_2} & S &= 7 \cdot \overline{C_1} \\
 8 = Y &= \overline{D + J + P} = \overline{5 \overline{A_8} + 6 \overline{B_8} + 7 \overline{C_8}} \\
 9 = X &= \overline{E + K + Q} = \overline{5 \cdot \overline{A_4} + 6 \cdot \overline{B_4} + 7 \cdot \overline{C_4}} \\
 10 = W &= \overline{F + L + R} = \overline{5 \cdot \overline{A_2} + 6 \cdot \overline{B_2} + 7 \cdot \overline{C_2}} \\
 11 = V &= \overline{G + M + S} = \overline{5 \cdot \overline{A_1} + 6 \cdot \overline{B_1} + 7 \cdot \overline{C_1}}
 \end{aligned}$$

3332 - Fonctionnement

Après remise à zéro des trois décades A, B, C par l'application d'un créneau positif sur la borne (3) les impulsions à dénombrer, arrivant sur la borne (4), sont totalisées dans le compteur et, à la fin d'une période de mesure, les bornes (12) à (23) donnent, sous forme décimale codée 1-2-4-8, les trois chiffres représentant l'amplitude du paramètre considéré.

Un créneau positif appliqué sur (7) franchit, après inversion par T, celles des portes P à S ouvertes par l'état de la décade des centaines C. Les créneaux positifs issus de ces portes donnent sur les bornes (8) à (11) à la sortie des expandeurs V à Y des créneaux négatifs représentant le chiffre des centaines.

De même l'application d'un créneau positif sur (6) permettra, à travers l'inverseur N et les portes J à M, la lecture du chiffre des dizaines.

Enfin un créneau positif sur (5) donnera le chiffre des unités grâce à l'inverseur H et les portes D à G.

3333 - Réalisation pratique

La figure 334 représente les deux plaquettes imprimées constituant un sous-ensemble d'affichage et de lecture. Le tableau 332 énumère les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes et précise les conditions particulières d'essai.

334 - Sous-ensemble de visualisation

3341 - Schéma de principe

La figure 335 représente le schéma de principe des sous-ensembles de visualisation constitués essentiellement d'une mémoire suivie d'un décodeur d'attaque d'un tube NIXIE. Mis à part les équations internes des éléments intégrés ci-dessus, les équations logiques de ce sous-ensemble s'écrivent :

$$C = \overline{4} \delta B$$

$$19 = D = \overline{C} = 4 + \overline{\delta} \overline{B}$$

3342 - Fonctionnement

Lorsque la borne (3) est au niveau logique UN, la sortie de C, au niveau logique ZERO, bloque à travers D, l'élément de stockage E dont le contenu reste affiché en permanence : une seule des bornes (9) à (18) est alors au niveau logique ZERO.

Lorsque la borne (3) est au niveau logique ZERO, le multivibrateur AB oscille à une fréquence de quelques Hertz et la sortie de B agit sur le générateur de créneau C par l'intermédiaire du réseau $R_3 C_3$.

Le générateur C ne peut fonctionner que s'il est débloquenté par la présence d'un niveau ZERO sur la borne (4). Celle-ci étant connectée à la borne de validation du générateur de créneaux (borne 14 fig. 331), l'inscription ne se produira qu'après la fin d'une période de comptage, au moment de la coïncidence d'un état zéro sur la borne (4) et d'un front descendant sur B.

L'ensemble des quatre portes ABCD n'est monté que sur un seul des trois ensembles de visualisation, la sortie de D, accessible sur la borne (19) permet d'agir, à partir d'un sous-ensemble, sur les deux autres : les trois chiffres apparaissent ainsi en même temps sur les tubes et correspondent à la même mesure.

3343 - Réalisation pratique

La figure 336 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de visualisation alors que le tableau 333 précise les conditions d'essai et indique les caractéristiques des signaux apparaissant sur chaque borne.

34 - ELEMENTS DE SERVICE GENERAL

341 - Généralités

3411 - Fonctions

Les éléments de service général ont pour rôles :

- de rendre certains circuits du tiroir auxiliaire sensibles aux instructions émises par le générateur de programme.

- de fournir au tiroir pilote les informations de services nécessaires
- de transmettre à l'unité de traitement les renseignements facilitant le dépouillement des essais (valeur des paramètres physiques, position du répartiteur et du tube d'expérience, etc...).
- de détecter les défauts éventuels, soit des tiroirs de liaison, soit du tiroir auxiliaire lui-même et de prendre les mesures de protection nécessaires.

3412 - Composition

Les éléments de service général sont répartis en onze sous-ensembles élémentaires que l'on peut, pour plus de commodité, classer en :

- Circuits d'asservissement et d'information
- Circuits d'identification
- Circuits de protection.

342 - Circuits d'asservissement et d'information

3421 - Principe

Le problème des liaisons entre le tiroir auxiliaire et l'unité pilote en ce qui concerne le déplacement du tube d'expérience, l'affichage de la position du répartiteur, l'identification, etc... est en tous points comparable à celui posé par les tiroirs de liaison (cf 2ème partie). On peut donc choisir des solutions, sinon identiques, du moins très analogues, faisant appel aux mêmes sous-ensembles élémentaires.

3422 - Fonctionnement du circuit d'asservissement

Le sous-ensemble d'asservissement et de protection utilisé dans le tiroir de liaison (cf § 222) peut être employé sans aucune modification pour le contrôle du tiroir auxiliaire :

- les bornes (3) et (4) de la figure 221, qui détectent normalement les défauts des blocs électroniques extérieurs, peuvent servir à faire apparaître les pannes affectant :

- le bloc de déplacement du tube d'expérience
- le bloc de mesure de la position du répartiteur.

Tous les autres éléments de sous-ensemble fonctionnent normalement sauf la paire (9) - (17) qui n'a pas d'utilité. On pourrait la neutraliser en connectant la borne (9) au niveau logique UN mais il semble préférable de conserver une possibilité de mesure supplémentaire en reliant la borne (17) à un connecteur situé sur la façade du tiroir, disponible pour la mesure d'un paramètre physique local du lit.

Le tableau 221 des caractéristiques de ce sous-ensemble reste donc valable dans tous ses détails.

3423 - Circuit de fin d'opération

Dans le cas des tiroirs de liaison les différents circuits partiels émettent des signaux de "fin d'exécution" regroupés dans le sous-ensemble d'affichage (cf § 223) qui en déduit une information unique destinée à l'unité pilote.

Dans le cas particulier du tiroir auxiliaire le problème est en tous points comparable puisque certains de ses circuits émettent, eux-aussi, des signaux de fin d'opération. Ce sont

- le sous-ensemble d'asservissement (borne 15 fig. 221)
- le sous-ensemble de déplacement du tube (borne 13 fig. 341)
- le sous-ensemble d'identification (borne 21 fig. 341).

Comme le bloc d'affichage est implanté dans le tiroir auxiliaire pour la détection de la position du répartiteur, les circuits de fin d'opération qu'il comporte permettent l'information de l'unité pilote par le tiroir auxiliaire simplement par le jeu d'interconnexions convenables (cf fig. 223).

- l'information de fin de sélection, est, comme dans le tiroir de liaison, appliquée sur la borne (6) tandis que la borne (17) est connectée à la ligne d'asservissement.

- l'information de fin de rotation du tube est appliquée à l'une des bornes (7) ou (8), l'autre, sans utilité puisqu'il y a un seul mouvement possible, étant maintenue au niveau logique zéro.

- l'information de fin d'identification est appliquée à la borne (10)

- la borne (9), recevant normalement le créneau de fin de mesure, est sans utilité et devrait donc être, elle aussi, maintenue au niveau ZERO. Il est préférable de la réunir à un connecteur de façade afin de conserver une possibilité de mesure supplémentaire.

343 - Circuits d'identification

3431 - Fonctions

Comme dans le cas des tiroirs de liaison, les circuits d'identification ont pour rôle de faire imprimer à l'unité de traitement les renseignements utiles au dépouillement des résultats, c'est-à-dire :

deux chiffres représentant le numéro d'ordre de l'essai

trois chiffres représentant la température à la base de la colonne

trois chiffres représentant la pression à la base de la colonne
trois chiffres représentant le débit gazeux
trois chiffres représentant un premier paramètre supplémentaire
trois chiffres représentant un second paramètre supplémentaire
deux chiffres représentant la position du répartiteur d'air
deux chiffres représentant la position du tube d'expérience

Compte tenu des espaces blancs ménagés entre les nombres, il est nécessaire d'effectuer l'impression sur deux lignes consécutives, chaque opération demandant 16 impulsions de lecture réparties comme l'indique le tableau 341.

Chacune des colonnes de ce tableau est comparable à celui que l'on peut établir à propos du déroulement des séquences de mesure (cf § 24). Il est alors possible d'utiliser les sous-ensembles représentés fig. 241 et 243 moyennant quelques aménagements.

3432 - Composition

Les circuits d'identification de l'essai sont rassemblés dans quatre sous-ensembles élémentaires :

- un générateur de séquence analogue à celui décrit § 242
- deux décodeurs analogues à celui décrit § 243
- un sous-ensemble de sélection.

3433 - Générateur de séquence

Le fonctionnement du générateur de séquence pour l'identification de l'essai est strictement identique à celui décrit § 242, sauf en ce qui concerne le codage des ordres d'espacement.

Dans le tiroir de liaison ceux-ci apparaissent aux instants 13 et 23 alors que dans le cas Présent ils apparaissent aux instants 03, 13 et 23 quel que soit le chiffre des centaines. Pour obtenir ce résultat il suffit de verrouiller la porte X (fig. 241), non par la sortie $\bar{C}$ de la première bascule du second compteur, mais par la sortie U du décodeur primaire.

Toutes les équations logiques du sous-ensemble restent valables, sauf celle relative à la borne (5) qui devient :

$$5 = W = \bar{X} = \overline{Q.U} = \overline{A.B.4} (C + \bar{D})$$

La figure 242 montre l'emplacement du cavalier soudé permettant d'utiliser le générateur de séquence soit pour les mesures ponctuelles soit pour l'identification de l'essai.

Les caractéristiques et conditions de vérification mentionnées dans le tableau 242 restent entièrement valables.

3434 - Décodeurs d'instructions

Chacun des deux décodeurs d'instructions utilisés pour l'identification de l'essai a un fonctionnement identique à celui décrit § 2432. La seule différence réside dans le fait que la bascule statique WX n'a aucune utilité. Les bornes (12) et (13) sont reliées directement aux sorties des portes H et J. Les entrées de X et W ainsi libérées sont maintenues au niveau logique ZERO.

Les équations du sous-ensemble sont identiques à celles décrites § 2431 sauf celles des bornes (12) et (13) qui deviennent :

$$12 = H = 4.\overline{7} \text{ (code 01)}$$

$$13 = J = 5.\overline{7} \text{ (code 02)}$$

Les lignes 12 et 13 du tableau 242 des caractéristiques deviennent identiques aux lignes 14 à 23 : en particulier on recueille sur ces bornes un créneau positif court avec une sortance égale à 16 unités.

La figure 244 montre l'emplacement des cavaliers soudés permettant l'adaptation des décodeurs aux différents modes de fonctionnement.

3435 - Sous-ensemble de sélection

Fonction

Le sous-ensemble de sélection a pour tâche principale d'effectuer la discrimination entre les deux séries d'ordres d'identification. Il assure en outre l'aiguillage des signaux d'identification soit vers le sous-ensemble de mesure des paramètres physiques (cf § 332) soit vers le générateur de séquence.

Schéma de principe

La figure 341 représente le schéma de principe du sous-ensemble de sélection et permet d'écrire ses équations logiques :

$$A = \overline{3}$$

$$B = \delta 4$$

$$C = \overline{D} = Y + \overline{B}C$$

$$D = B + \overline{Y} D$$

$$5 = E = \overline{A.C} = 3.D$$

$$6 = F = \overline{A.D} = 3.C$$

$$G = \overline{7}$$

$$H = \overline{8}$$

$$J = \overline{9}$$

$$11 = K' = \overline{K} = \overline{10.P} \text{ (code CD 03)}$$

$$15 = Q' = \overline{Q} = \overline{10.P} \text{ (code CD 13)}$$

$$12 = L = \overline{J.P} = 9.\overline{P} \text{ (code CD 02)}$$

$$16 = R = \overline{J.P} = 9.P \text{ (code CD 12)}$$

$$13 = M = \overline{H.P} = 8.\overline{P} \text{ (code CD 01)}$$

$$17 = S = \overline{H.P} = 8.P \text{ (code CD 11)}$$

$$14 = N = \overline{G.P} = 7.\overline{P} \text{ (code CD 00)}$$

$$18 = T = \overline{G.P} = 7.P \text{ (code CD 10)}$$

$$20 = X = \overline{Z}.\overline{P} = 19.\overline{P} \text{ (code 033)}$$

$$21 = Y = \overline{Z}.P = 19P \text{ (code 133)}$$

$$V = \delta'19$$

$$U = \delta'V = \delta 19$$

$$U' = \overline{U} = \overline{\delta 19}$$

Fonctionnement du circuit d'aiguillage.

A l'état de repos la bascule statique CD, désarmée ($C = 1, D = 0$), ouvre la porte F et ferme E.

Les créneaux positifs d'identification, appliqués à la borne (3) donnent, après inversion par A, des impulsions positives sur la borne (6) à la sortie de F. Ces impulsions émergentes, appliquées au générateur de créneaux de mesure (cf § 332) attendent que celui-ci, arrivant à la fin d'une période de comptage, envoie sur la borne (4) un créneau positif qui arme la bascule CD et fasse sortir les créneaux positifs d'identification sur la borne (5) à la sortie de E.

A la fin de la séquence d'identification le créneau positif émis par Y désarme la bascule CD.

Fonctionnement du circuit de discrimination

Le sous-ensemble générateur de séquence applique sur les bornes (7) à (10) des créneaux longs, positifs pour les trois premiers, négatifs pour le quatrième, codés respectivement D_0, D_1, D_2 et $\overline{D_3}$. La bascule P étant dans l'état zéro ($P = 0, \overline{P} = 1$) les quatre portes K à N sont ouvertes et l'on voit apparaître sur les bornes (11) à (14) des créneaux longs, positifs sur les trois dernières, négatif sur la première à cause de l'inverseur K' nécessaire au fonctionnement du décodeur (cf § 3434). Ces créneaux sont codés respectivement $\overline{CD_{03}}, CD_{02}, CD_{01}, CD_{00}$.

La seizième impulsion émise par le générateur de séquence, codée DU_{33} , appliquée à la borne (19) a pour effet :

- de donner sur la borne (20), à travers Z et X, un créneau positif interprété par l'unité de traitement comme un ordre d'impression.
- d'engendrer à travers le retardeur V, le générateur U et l'inverseur U' un créneau négatif qui fera basculer P au moment où les deux compteurs du générateur de séquence retombent à zéro avant l'arrivée de l'impulsion 17.

Le basculement de P, fermant les portes K à N, ouvre les portes Q à T, faisant apparaître sur les bornes (15) à (18) des créneaux longs, positifs sur les trois dernières, négatifs sur la première à cause de l'inverseur Q', et codés respectivement $\overline{CD_{13}}, CD_{12}, CD_{11}, CD_{10}$.

La trente deuxième impulsion de la série émise par le générateur de séquence et codée DU_{33} , arrivant sur la borne (19).

- franchit Y ouverte par $\bar{P}$ et donne un créneau positif de fin d'identification sur la borne (21), désarmant par la même occasion la bascule CD.

- engendre, à travers la chaîne V, U, U', un créneau négatif ramenant la bascule P à l'état de repos.

Réalisation pratique

La figure 342 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de sélection dont le tableau 342 donne les caractéristiques et les conditions particulières d'essai.

344 - Circuits de protection

3441 - Nature et origine des défauts

Les défauts affectant l'installation peuvent se manifester de différentes façons suivant leur origine.

Défauts imputables à la platine d'alimentation

Les sources d'énergie constituant la platine d'alimentation peuvent voir leur tension de sortie varier hors des limites normales soit vers le bas à la suite d'une surcharge accidentelle, soit vers le haut à la suite d'une défaillance interne.

La mise hors service d'une seule source d'énergie peut entraîner des dommages graves à l'ensemble de l'installation, les plus probables étant la destruction de certains circuits intégrés.

Défauts imputables au tiroir pilote et à l'unité de traitement

Les défauts de liaison entre le tiroir pilote et l'unité de traitement se manifestent par un arrêt du programme général, sans interruption d'un microprogramme en cours d'exécution.

Les "défauts d'ordres" se manifestent par une attente indéfinie entre un signal de fin d'exécution et l'arrivée de l'ordre suivant. Ils sont imputables soit à l'unité de traitement soit aux microprogrammes du tiroir pilote.

Les "défauts d'exécution", symétriques des précédents, se manifestent par une attente indéfinie entre l'ordre d'exécution et le signal de fin d'opération. Difficiles à détecter à cause de la durée d'exécution, comprise, suivant les instructions, entre quelques microsecondes et plusieurs minutes, elles sont, comme les précédentes, dues à des pannes électriques (rupture de connexion, destruction d'un circuit intégré, etc...).

Défauts imputables aux circuits de mesure des paramètres physiques

Au cours d'une expérience de longue durée les paramètres physiques du lit fluidisé peuvent être sujets à des variations anormales autour des valeurs de consigne.



Ces écarts, qui se manifestent par l'apparition d'un niveau logique UN sur une borne spéciale du connecteur de liaison, ne mettent pas, en général, l'installation en péril mais ils enlèvent pratiquement toute valeur aux résultats des mesures.

Défauts imputables aux tiroirs de liaison

Les défauts de liaison ou de positionnement des systèmes extérieurs associés (bloc de déplacement, bloc de mesure) ont des manifestations différentes suivant que le tiroir est, ou non, en cours d'opération sous le contrôle de l'unité pilote mais dans tous les cas, il se produit :

- l'allumage d'un voyant rouge de façade
- l'émission d'un créneau négatif de quelques microsecondes sur la borne (A7) du connecteur général.

Si le tiroir est "actif" il se produit en outre :

- l'isolement du tiroir dans les quelques microsecondes qui suivent l'apparition du défaut
- l'arrêt immédiat de l'opération en cours
- le blocage des signaux de "fin d'opération" faisant apparaître un type particulier de "défaut d'exécution" déjà rencontré.

Si le tiroir est isolé, son asservissement ultérieur est rendu impossible mais le défaut d'exécution signalé ci-dessus n'apparaît pas.

Les défaillances électriques (rupture de connexions, destruction d'un circuit intégré, etc) peuvent se manifester, après l'arrivée d'une instruction, par l'absence du signal de fin d'opération correspondant. C'est le "défaut d'exécution" déjà mentionné avec sa difficulté de détection.

Défauts imputables aux commandes mécaniques associées au tiroir auxiliaire

Les circuits de ces commandes mécaniques étant identiques à ceux des tiroirs de liaison, leurs défauts sont similaires et se manifestent de la même façon.

Récapitulation

Les défauts pouvant affecter le dispositif se classent, d'après ce qui précède, en :

- *pannes d'alimentation* capables de provoquer très rapidement des détériorations extrêmement graves de l'ensemble des circuits. Le seul moyen de s'en prémunir consiste à couper immédiatement toutes les sources d'énergie. Cette protection est assurée par la platine d'alimentation elle-même (cf 5ème partie).

- *défauts de liaison* avec les éléments extérieurs, se traduisant toujours par un isolement du système défectueux, donc par une perte de l'information fournie

par l'expérience. Ils occasionnent parfois un arrêt du programme général relativement facile à éviter.

- défaut de stabilité des paramètres physiques se traduisant par une perte importante, sinon totale, de l'information fournie par l'expérience.

- défauts d'ordres ou défauts d'exécution se traduisant pratiquement toujours par une interruption du programme d'expérience.

3442 - Défauts de stabilité, d'ordre et d'exécution

Schéma de principe

La figure 343 représente le schéma de principe des circuits de protection contre les défauts de stabilité et ceux des défauts d'ordre ou d'exécution imputables au tiroir pilote. Ses équations logiques s'écrivent :

$$\begin{aligned} G &= (\overline{FF'}) = A + B + C + D + E = \overline{4\delta 5} + \delta 6 + \delta 7 + \delta 8 + \overline{10\delta 9} \\ 3 &= \overline{G} & J &= G + \overline{12} J & K &= \overline{11} \cdot \overline{J} \\ Q &= (\overline{RS}) = 13 + 14 + 15 + T & 2Q &= N = \delta' P = \delta' (\delta' Q) = \delta Q \\ M &= \overline{12} \cdot \overline{N} \cdot M + G + K & L &= \overline{M} = N + 12 + L \cdot \overline{G} \cdot \overline{K} \\ 16 &= T = \Delta M & 17 &= \overline{T} = \overline{\Delta M} & 18 &= \overline{\Delta L} \end{aligned}$$

Fonctionnement

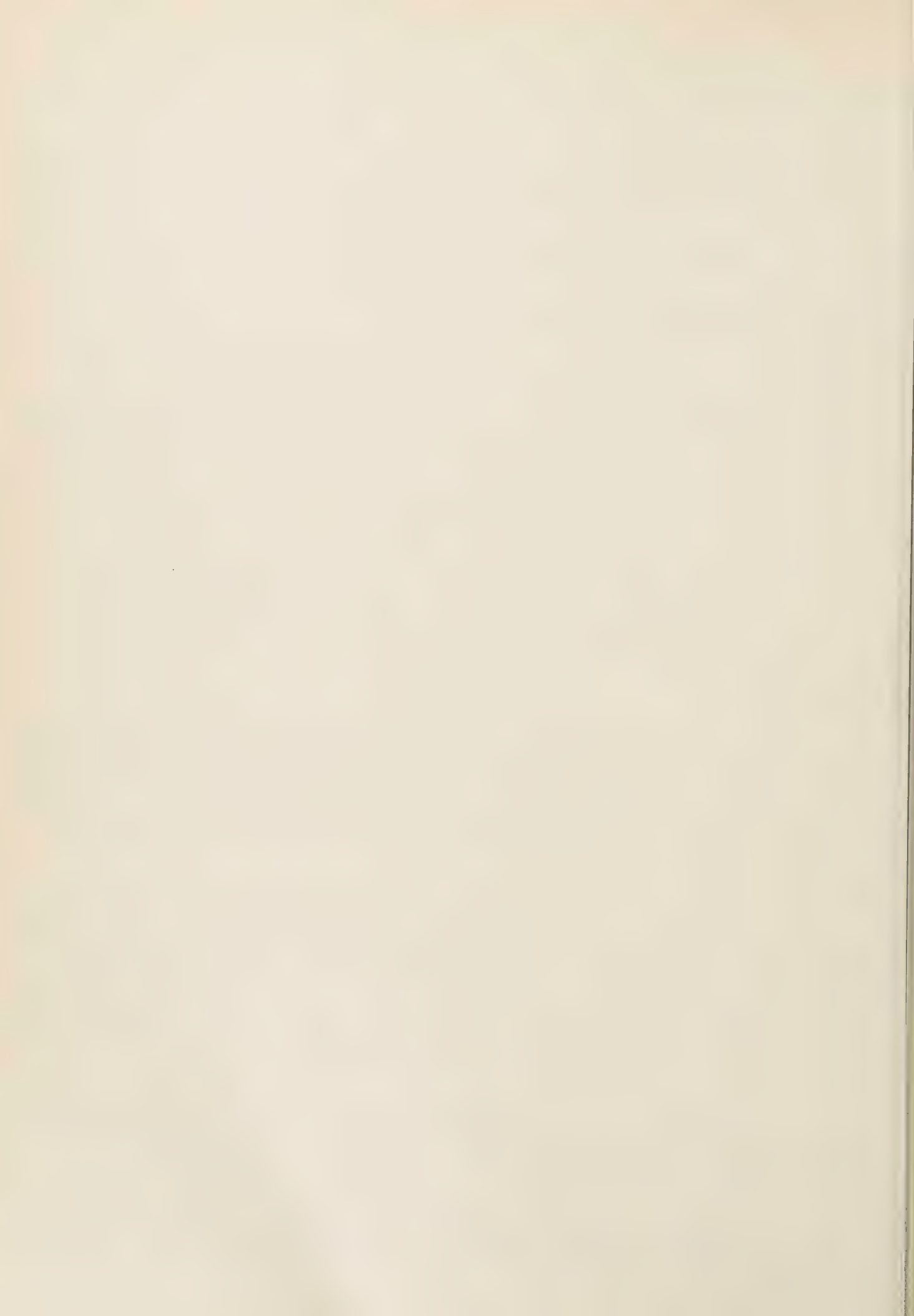
Après la mise sous tension des différents circuits les bascules de sécurité sont à priori dans un état quelconque. En portant pendant quelques instants la borne (12) au niveau logique UN, on désarme toutes les bascules ($J = 0$, $M = 0$). La présence d'un niveau logique UN sur L déclenche le générateur de rampe Y, le système est en "attente d'ordre".

Le premier ordre émis par le tiroir pilote applique sur (11) un créneau négatif qui, à travers K, vient armer la bascule LM. Le générateur de rampe Y retombe à zéro alors que W démarre à son tour, le système est en "attente d'exécution".

Le signal de fin d'exécution émis par le tiroir pilote sous la forme d'un créneau positif appliqué sur (13) franchit R, le retardeur P et le générateur de créneaux N qui désarme LM, ramenant le système en "attente d'ordre".

L'instruction suivante, arrivant sur (11) réarmera LM avant que le signal de fin d'exécution qui en résulte la désarme à nouveau. Ce processus d'oscillations de LM se reproduira aussi longtemps qu'il n'apparaîtra pas de défaut.

Lorsque la bascule LM est désarmée et le système en "attente d'ordre", le générateur de rampe Y fonctionne et, au bout de 250 secondes environ, si aucun ordre



n'est venu réarmer LM, le front descendant apparaissant à la sortie du comparateur Z déclanche le générateur de créneau Q qui, à son tour, excite à travers le transistor T_3 un relai bistable à verrouillage magnétique connecté à la borne (18). Un voyant rouge s'allume sur la baie et toute l'installation disjoncte.

On ne pourra redémarrer l'expérience qu'en faisant retomber le relai avant de recommencer le cycle normal : mise sous tension de la platine d'alimentation puis réarmement des sécurités.

Lorsque la bascule LM est armée et le système en "attente d'exécution", le générateur de rampe W fonctionne et, au bout de 250 secondes environ, si le tiroir pilote n'a appliqué sur (13) aucun signal de fin d'opération, le front descendant apparaissant à la sortie du comparateur X engendre à la sortie de T un créneau positif de "défaut d'exécution" qui :

- à travers T_2 excite un relai à verrouillage magnétique connecté sur la borne (17) provoquant ainsi l'allumage d'un voyant de façade.

- revient à travers S, P et N désarmer LM à la façon d'un signal de fin d'opération, le système passe en "attente d'ordre" et, au bout de 250 secondes, l'installation disjoncte.

Le compresseur et les régulateurs de température, pression, débit, etc... étant mis en marche avant la mise sous tension de la baie électrique, les bornes (5) à (9) sont au niveau logique ZERO. A la mise sous tension de la baie, elles passent au niveau logique UN. Si les paramètres physiques ϕ_1 et ϕ_2 sont inutilisés, les bornes (4) et (10), au niveau logique UN, verrouillent A et E.

Si une fluctuation anormale d'un paramètre se produit à un instant quelconque, la borne correspondante passe au niveau logique ZERO, et engendre, à travers l'une des portes A et E, un créneau positif qui, à travers FF' et G :

- excite à travers T_1 un relai à verrouillage magnétique connecté à la borne (3) ce qui allume un voyant de façade.

- arme la bascule HJ, fermant la porte K aux ordres d'exécution émis par le tiroir pilote.

- arme la bascule LM, mettant ainsi le système en "attente d'exécution".

Au bout de 250 secondes le système passe en "attente d'ordre" avant de disjoncter après une nouvelle attente de 250 secondes.

Réalisation pratique

La figure 344 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de protection du tiroir dont le tableau 343 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

3443 - Défauts des tiroirs et des systèmes associés

Schéma de principe

La figure 345 représente le schéma des circuits de protection des tiroirs de liaison et donne leurs équations logiques.

$$D_1 = \overline{11 + 6}$$

$$E_1 = \overline{31} \cdot \overline{D_1} = \overline{31} (11 + 6)$$

$$S_1 = \overline{21}$$

$$Q_1 = \overline{31} \cdot \overline{41}$$

$$S_2 = \overline{22}$$

$$\overline{Q_2} = \overline{32} \cdot \overline{42}$$

$$R_1 = \overline{31} \cdot \overline{Q_1} = \overline{31} \cdot 41$$

$$R_2 = \overline{32} \cdot \overline{Q_2} = \overline{32} \cdot 42$$

$$G_1 = \overline{F_1} = E_1 + \overline{5} \cdot G_1 = \overline{31} (11 + 6) + \overline{5} G_1$$

$$G_2 = \overline{F_2} = E_2 + \overline{5} \cdot G_2 = \overline{32} (12 + 6) + \overline{5} G_2$$

$$51 = J_1 = \overline{G_1} \cdot \overline{S_1} = 21 \cdot F_1$$

$$52 = J_2 = \overline{G_2} \cdot \overline{S_2} = 22 \cdot F_2$$

$$H_1 = \overline{F_1} \cdot \overline{S_1} = 21 \cdot G_1$$

$$H_2 = \overline{F_2} \cdot \overline{S_2} = 22 \cdot G_2$$

$$N_1 = F_1 \delta R_1 = F_1 \delta (\overline{31} \cdot 41)$$

$$N_2 = F_2 \delta R_2 = F_2 \delta (\overline{32} \cdot 42)$$

$$61 = M_1 = \overline{4 + E_1} = \overline{4} (31 + \overline{11} \cdot \overline{6})$$

$$62 = M_2 = \overline{4 \cdot E_2} = \overline{4} (32 + \overline{12} \cdot \overline{6})$$

$$A = \overline{3}$$

$$B = \overline{A + K_1 + H_1 + K_2 + H_2}$$

$$7 = C = \overline{B} = \overline{3} + G_1 (21 + \delta (\overline{31} \cdot 41)) + G_1 (22 + \delta (\overline{32} \cdot 42))$$

$$9 = U = \overline{N_1 + N_2}$$

$$8 = T = \overline{9} = N_1 + N_2 = F_1 \delta (\overline{31} \cdot 41) + F_2 \delta (\overline{32} \cdot 42)$$

Fonctionnement

Supposons que le dernier ordre émis ait eu pour effet d'isoler tous les tiroirs, les bornes (31) et (32) sont au niveau logique UN, le système est en "attente d'ordre", les bascules $F_1 G_1$ et $F_2 G_2$ sont désarmées ($F_1 = F_2 = 1$). Admettons que le tiroir T_1 soit sous contrôle manuel et que T_2 soit en "fonctionnement automatique", ces états étant imposés par les commutateurs de mode de chaque façade (cf 2ème partie).

Supposons que le tiroir pilote émette une instruction de sélection de T_1 sous la forme d'un créneau positif appliqué sur (21). Le système passe en "attente d'exécution" et un créneau positif "ordre d'asservissement de T_1 " apparaît sur la borne (51) à la sortie de J_1 ouverte par G_1 .

T_1 va répondre à cet ordre en émettant un "avis d'indisponibilité" sous la forme d'un créneau négatif appliqué sur (3). Il en résulte, grâce à A, B, C, l'apparition sur (7) d'un créneau positif de "rupture de séquence".

- le système revient en "attente d'ordre" (borne 15 fig. 343).

- le tiroir pilote est alerté (cf 4ème partie).

A l'arrivée du signal de rupture de séquence, le tiroir émet un ordre de sélection de T_2 , faisant passer le système en "attente d'exécution".

A la réception de cet ordre (créneau positif émis par 52), le tiroir T_2 amène la borne (32) au niveau logique ZERO et transmet un signal de "fin d'exécution" sous la forme d'un créneau positif appliqué sur (42) qui, à travers Q_2 , R_2 , N_2 , P_2 et T donne sur (8) un créneau positif de "fin d'opération" faisant passer le système en "attente d'ordre" (borne 14 fig. 343) et appelant ainsi l'instruction suivante.

A l'arrivée du signal de fin d'opération, le tiroir pilote émet, par exemple, un ordre de translation du capteur 2. Le système passe en "attente d'exécution" et le tiroir T_2 , à la fin du mouvement, applique sur (42) un créneau positif de "fin d'exécution" engendrant, à travers Q_2 , R_2 , N_2 , P_2 et T un nouveau signal de "fin d'opération" sur (8), appelant la suite du programme.

Supposons que l'instruction suivante soit un ordre d'isolement de T_2 . Le système est en "attente d'exécution" et un créneau positif est appliqué sur (4) et donne, à travers M_1 et M_2 des créneaux négatifs d'isolement sur les bornes (61) et (62) à destination des deux tiroirs.

Seul T_2 réagit en amenant la borne (32) au niveau logique UN, faisant ainsi apparaître un front descendant à la sortie de R_2 . Il en résulte la production par N_2 d'un créneau positif qui, à travers P_2 et T, fait apparaître sur (8) un signal de fin d'opération ramenant le système en "attente d'ordre" et appelant l'instruction suivante.

Revenons au cas où T_2 est asservi (32 au niveau logique ZERO) et où le système est en "attente d'exécution" après l'émission par le tiroir pilote d'un ordre de translation du second capteur. Supposons maintenant que T_2 n'émette pas le signal de fin d'exécution au bout du délai normal. Le sous-ensemble de protection du tiroir pilote va envoyer sur (6) un créneau positif de "défaut d'exécution" mettant le système en "attente d'ordre" et engendrant à travers D_2 et E_2 (ouverte par 32) un créneau positif qui :

- arme F_2 G_2 , fermant ainsi J_2 et N_2 , ouvrant H_2 et K_2
- donne sur (62) à la sortie de M_2 un créneau négatif d'isolement de T_2 .

A la réception de cet ordre T_2 va ramener (32) au niveau logique UN et faire apparaître sur R_2 un front descendant engendrant grâce à K_2 un créneau positif qui, à travers L_2 et C, donnera sur (7) un signal de "rupture de séquence" maintenant le système en "attente d'ordre".

Supposons maintenant que, le tiroir T_2 ayant présenté un défaut d'exécution, (F_2 G_2 armée), le tiroir pilote émette une instruction de sélection de T_2 . Le créneau positif correspondant, appliqué sur (22) et inversé par S_2 , ne peut franchir J_2 mais

donne sur (7), à travers H_2 , L_2 et C, un créneau positif de rupture de séquence. Ce phénomène se reproduira aussi longtemps que la bascule $F_2 G_2$ n'aura pas été désarmée par l'envoi d'un créneau positif sur la borne (5).

Revenons encore une fois dans le cas où T_2 est asservi (32 au niveau logique ZERO) et où le système est en "attente d'exécution" après l'émission d'un ordre de mouvement. Supposons qu'un défaut de liaison se produise

- sur le tiroir T_1 , faisant apparaître sur (11) un créneau positif. Celui-ci est sans effet puisqu'il ne peut franchir E_1 fermée par (31).

- sur le tiroir T_2 , faisant apparaître sur (12) un créneau positif et ramenant (32) au niveau logique UN. Compte tenu des retards propres aux différentes portes, la bascule $F_2 G_2$ sera armée et le front descendant apparaissant sur R_2 donnera naissance à un signal de rupture de séquence.

Réalisation pratique

La figure 346 représente les deux plaquettes imprimées constituant un sous-ensemble de protection de deux tiroirs. Il y a au total trois sous-ensembles identiques, mais certains ne comportent pas tous les boîtiers représentés : les cavaliers soudés remplacent les boîtiers inutiles et permettent la mise en parallèle des circuits de fin d'opération et de rupture de séquence.

Le tableau 344 donne les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes, ainsi que les conditions particulières d'essai.

35 - LIAISONS EXTERIEURES

351 - Eléments de façade

3511 - Schéma de principe

Le dispositif d'attaque du panneau frontal, situé immédiatement derrière celui-ci, a essentiellement un rôle d'interconnexion entre les différents voyants lumineux, commutateurs et connecteurs occupant la façade du tiroir.

La figure 351 représente le schéma de principe de ce bloc et met en évidence son fonctionnement.

La résistance R_0 (18Ω , 1/2 Watt) permet aux voyants V_1 à V_{11} d'être alimentés sous une tension comprise entre 11 et 12 volts.

V_1 , témoin de défaut, est allumé par la présence d'un niveau logique ZERO sur la borne (112).

V_2 , témoin de fonctionnement normal, est allumé par le transistor T_1 saturé à travers R_1 et V_1 lorsque (112) est isolé de la masse.

V₃, témoin d'asservissement, est allumé par la présence d'un niveau ZERO sur la borne 113.

V₄, témoin de commande manuelle, est allumé lorsque le commutateur de mode C₁, imposant un niveau logique UN à la borne (111), sature T₂ à travers R₂.

V₅ et V₆, signalant les positions extrêmes du répartiteur de fluide, sont commandés à l'extérieur (bornes CR1 et CR2).

V₇, témoin de rotation du tube, est allumé à travers T₃ et R₃ par la présence, imposée de l'extérieur (borne CT1), d'un niveau logique UN sur la borne (141).

V₈ et V₉, allumés par les relais de protection situés sur la platine d'alimentation, signalent la présence des défauts d'ordre et d'exécution (§ 342).

V₁₀ et V₁₁, allumés par T₄ et T₅ à travers R₄ et R₅ par la présence d'un niveau UN sur les bornes (151) et (152), signalent l'état du système (attente d'ordre ou attente d'exécution).

C₁, commutateur de mode, à deux positions d'équilibre stables, permet à l'opérateur d'amener la borne (111) au niveau logique ZERO en l'absence de défaut.

Le fonctionnement du réseau RC et de la diode D est identique à celui décrit précédemment (§ 2511) : en cas de défaut le tiroir s'isole de l'unité pilote.

C₂, à contacts momentanés, permet, à travers R₆, de déclancher manuellement la rotation du tube d'expérience.

C₃, à 10 positions, permet, en imposant au moment opportun un niveau logique UN sur la borne (129), de définir la vitesse de rotation du tube d'après le niveau logique des bornes (116) à (123).

C₄, à contacts momentanés, permet, à travers R₆ et T₆ d'amener la borne (148) au potentiel de la masse, ce qui réarme les relais de protection, ou, au contraire, de porter la borne (106) au niveau logique UN afin de réarmer les bascules de sécurité (§ 342).

C₅ et C₆, suivis de deux matrices de décodage décimal-binaire et d'un expandeur quadruple, permettent d'envoyer sur les lignes de lecture (142) à (145) le numéro d'identification de l'essai lorsqu'un créneau de lecture atteint leur curseur (bornes 107 et 108).

C₇, à deux positions stables permet, lorsque le circuit auxiliaire de mesure n'est pas utilisé, de relier les bornes (147) et (146).

C₈, à 12 circuits 5 positions permet à l'opérateur d'afficher sur les tubes NIXIE N₁ à N₃ la valeur numérique du paramètre physique qu'il désire observer.

C₉ et C₁₀ à deux positions stables, permettent à l'opérateur de commander la mesure de deux paramètres physiques auxiliaires.

C₁₁, à deux positions stables, permet, soit de garder en mémoire la dernière valeur mesurée d'un paramètre physique, soit au contraire de suivre son évolution.

N₁, N₂ et N₃ alimentés sous 200 volts à travers les résistances R₈ à R₁₀, affichent la valeur numérique des paramètres physiques.

N₄ et N₅, alimentés à travers R₁₁ et R₁₂ et attaqués par les décodeurs D₃ et D₄, affichent la position du tube d'expérience à partir des indications fournies de l'extérieur aux bornes (134) à (140).

N₆, et N₇, alimentés à travers R₁₃ et R₁₄ et attaqués par les décodeurs D₆ et D₇, affichent la cote du répartiteur de fluide à partir des indications fournies de l'extérieur aux bornes (114), (115) et (124) à (128).

3512 - Réalisation pratique

La figure 352 représente les quatre plaquettes imprimées constituant le dispositif d'attaque du panneau frontal. Ces plaquettes sont immobilisées par des encoches ménagées dans les longerons du tiroir.

352 - Connecteur de liaison

Les liaisons électriques entre le tiroir auxiliaire et le reste de la baie sont assurées par quatre connecteurs à 18 contacts situés sur la face arrière. Le tableau 351 précise les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes de ces connecteurs.

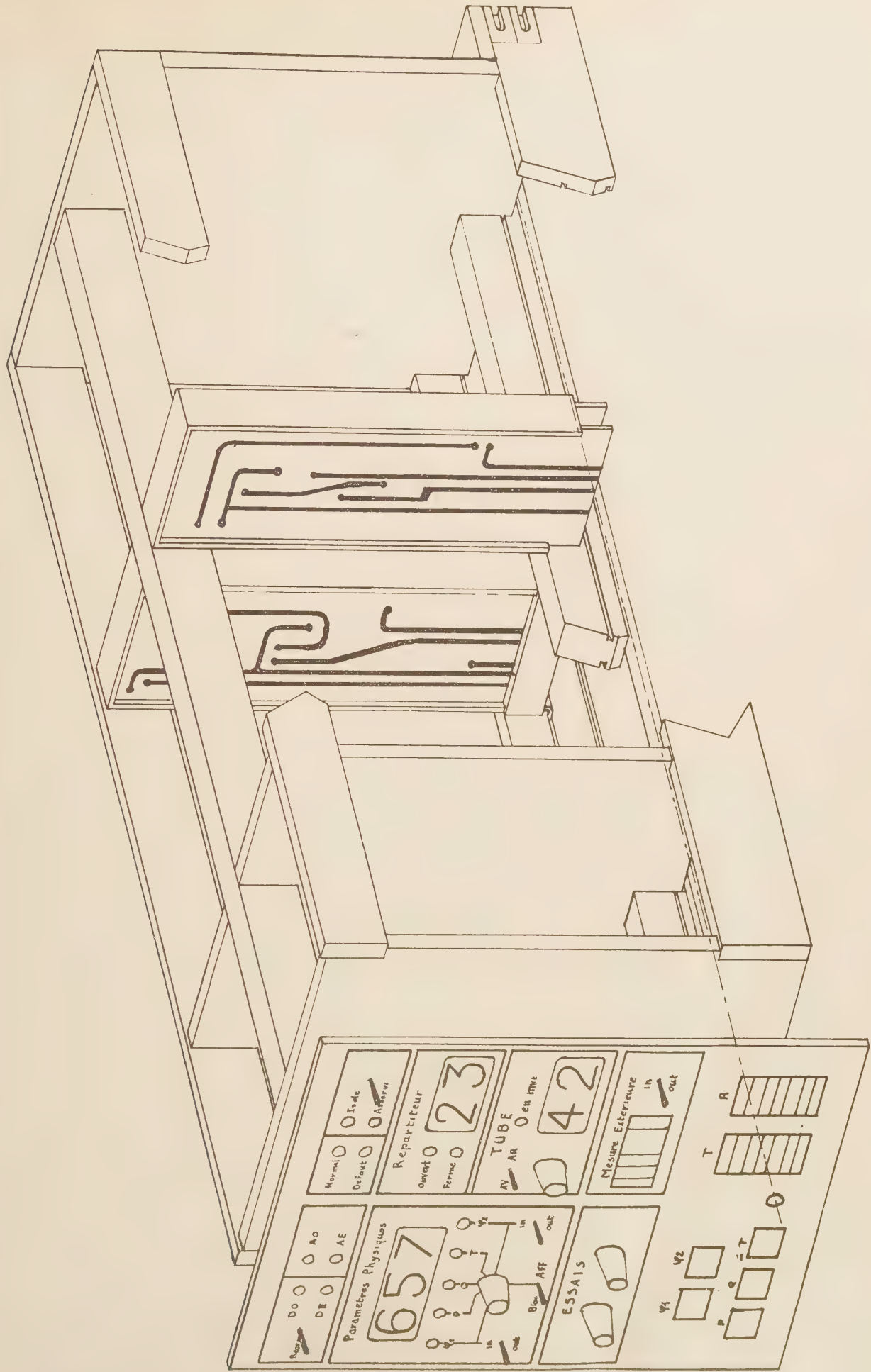
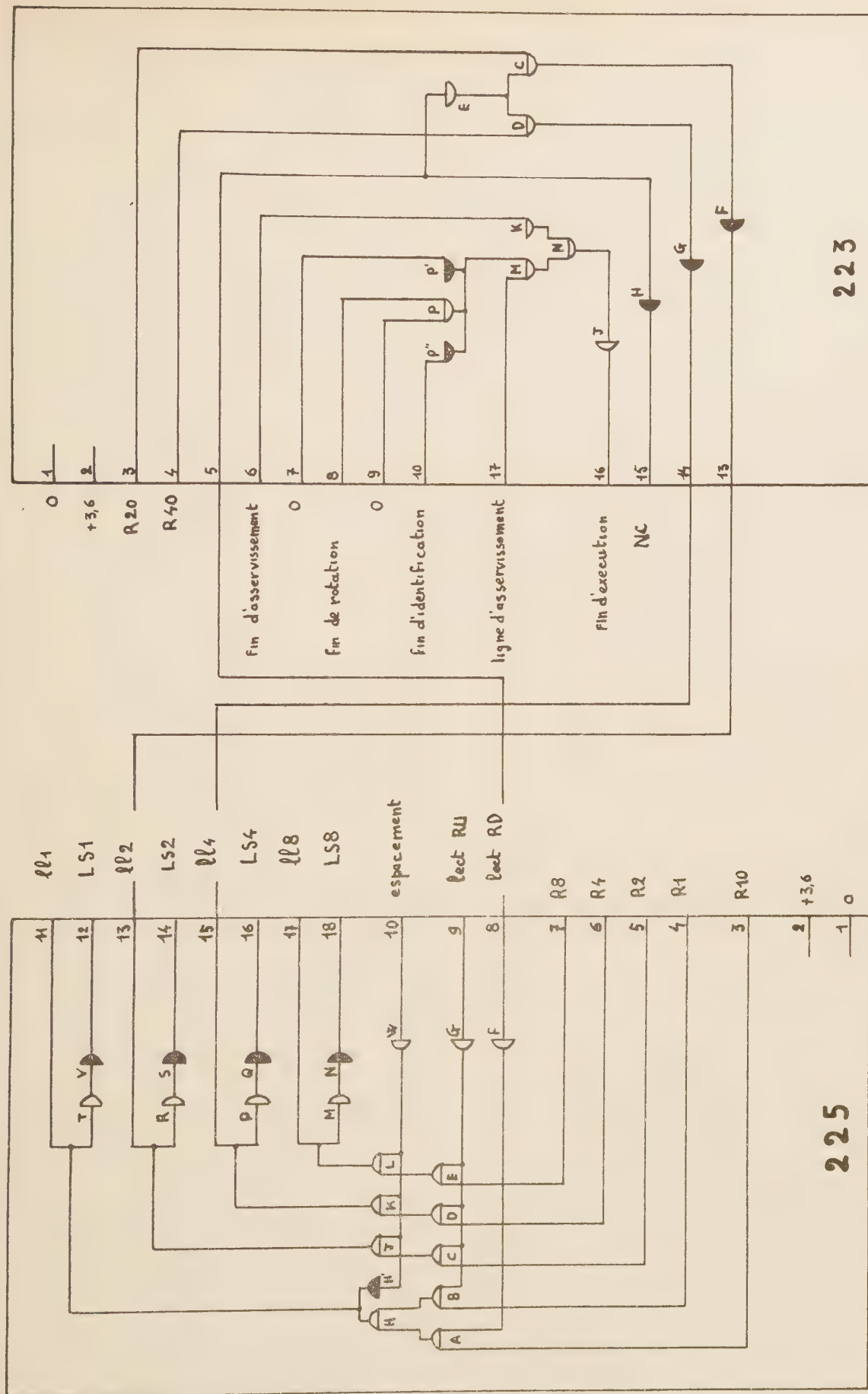


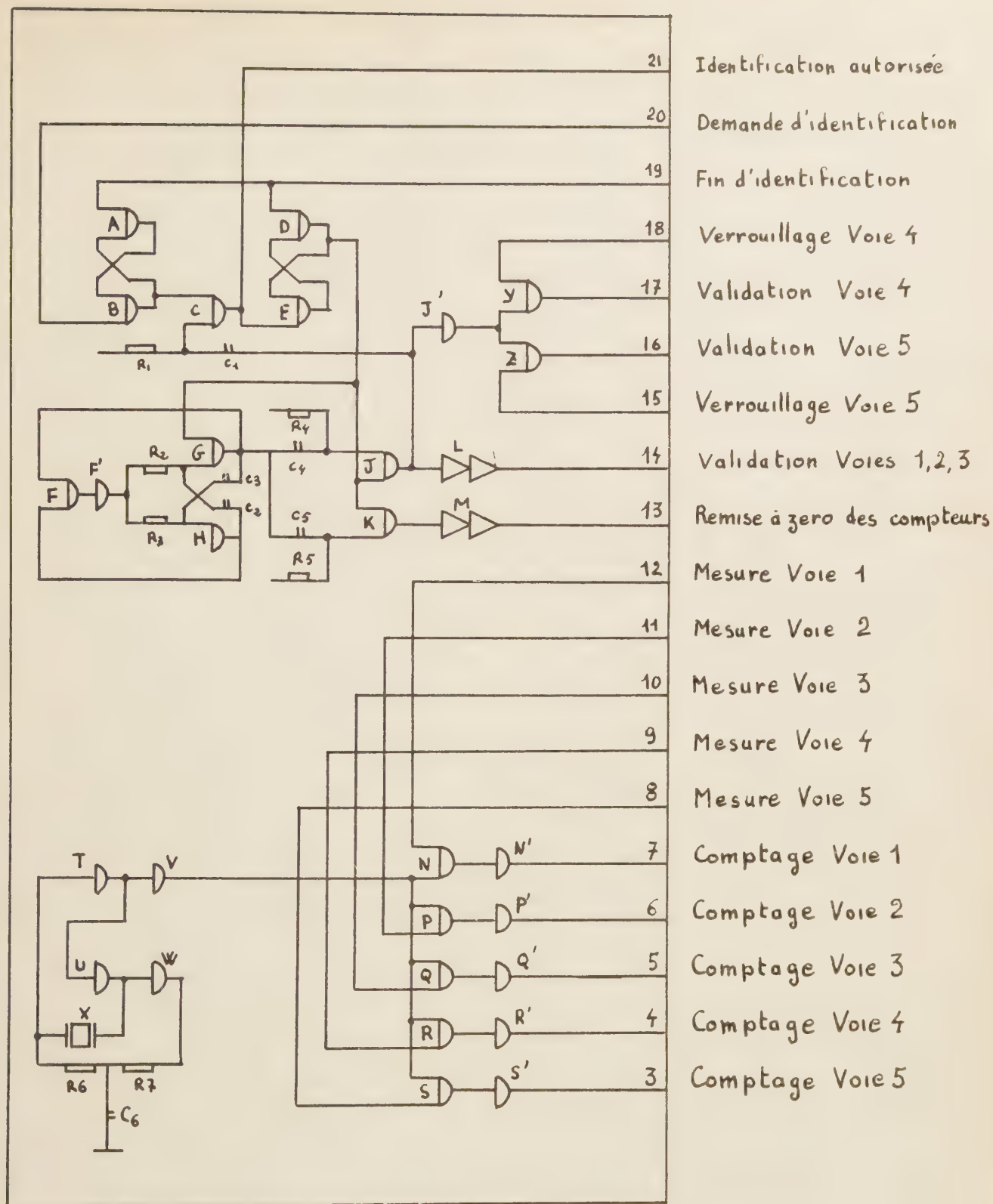
FIG 312

Realisation

Tiroir Auxiliaire



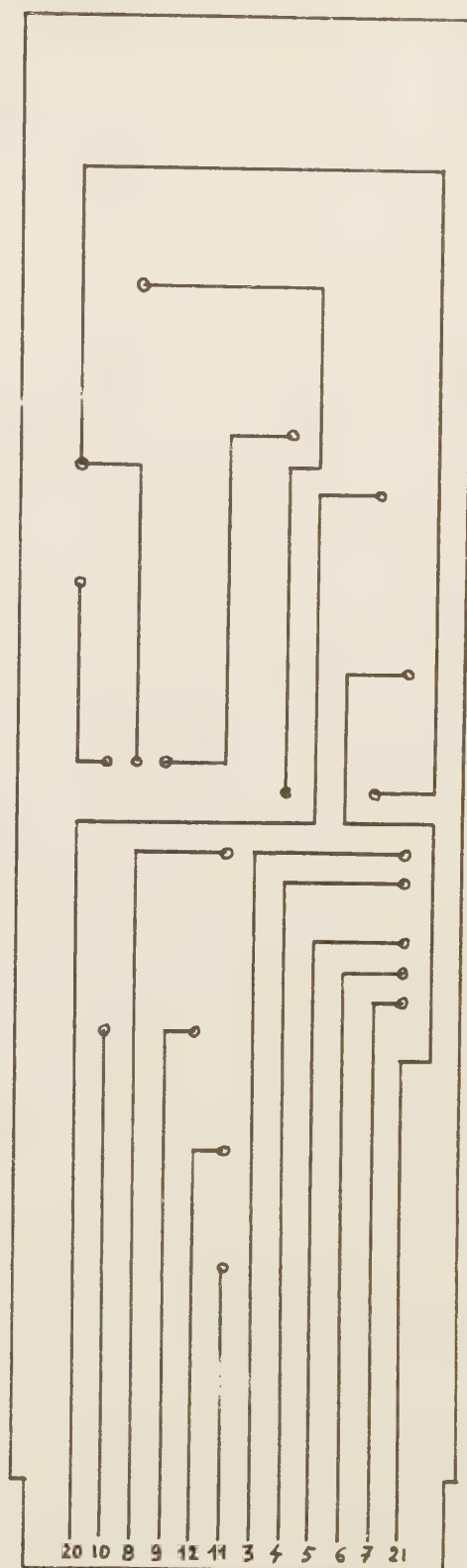
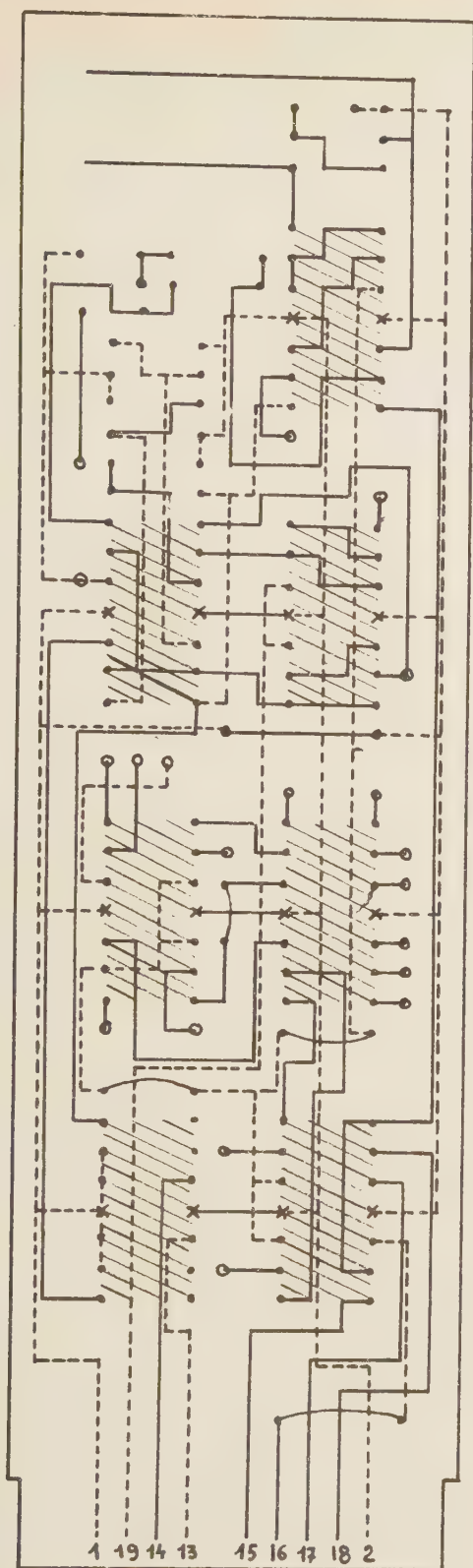




Generateur de Creneaux

FIG 331

Principe



Generateur de Creneaux

FIG 332

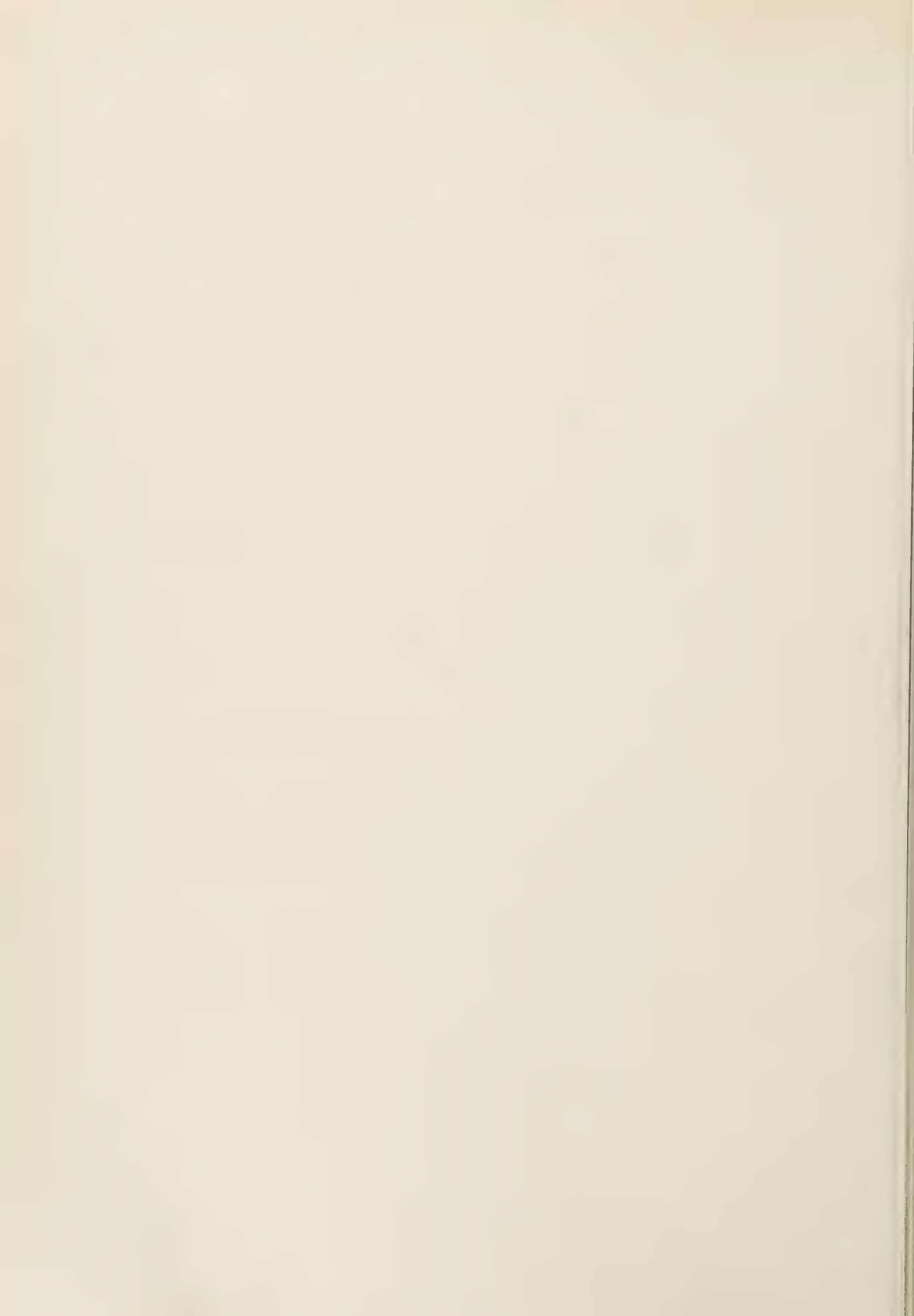
Realisation

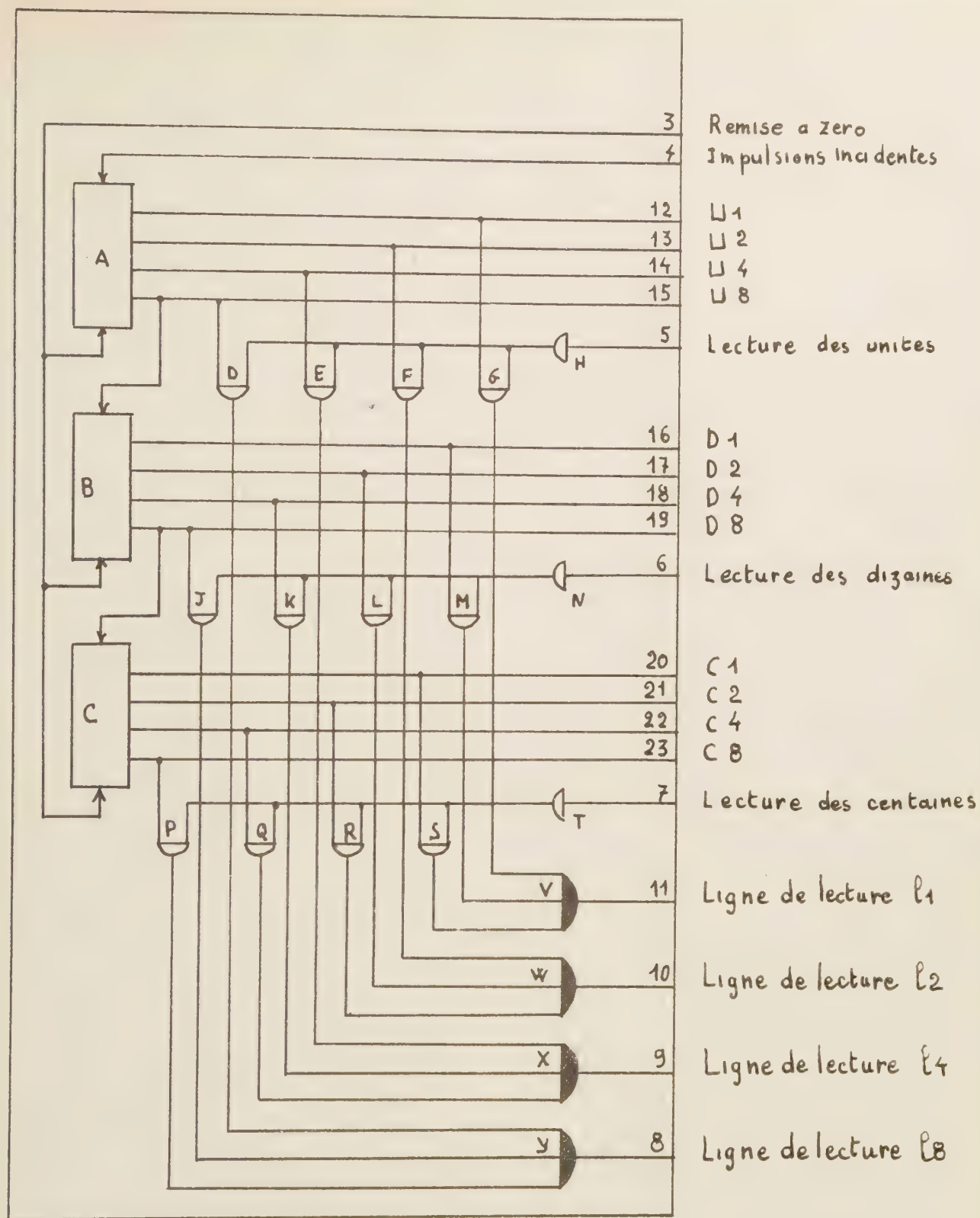
Tableau 331

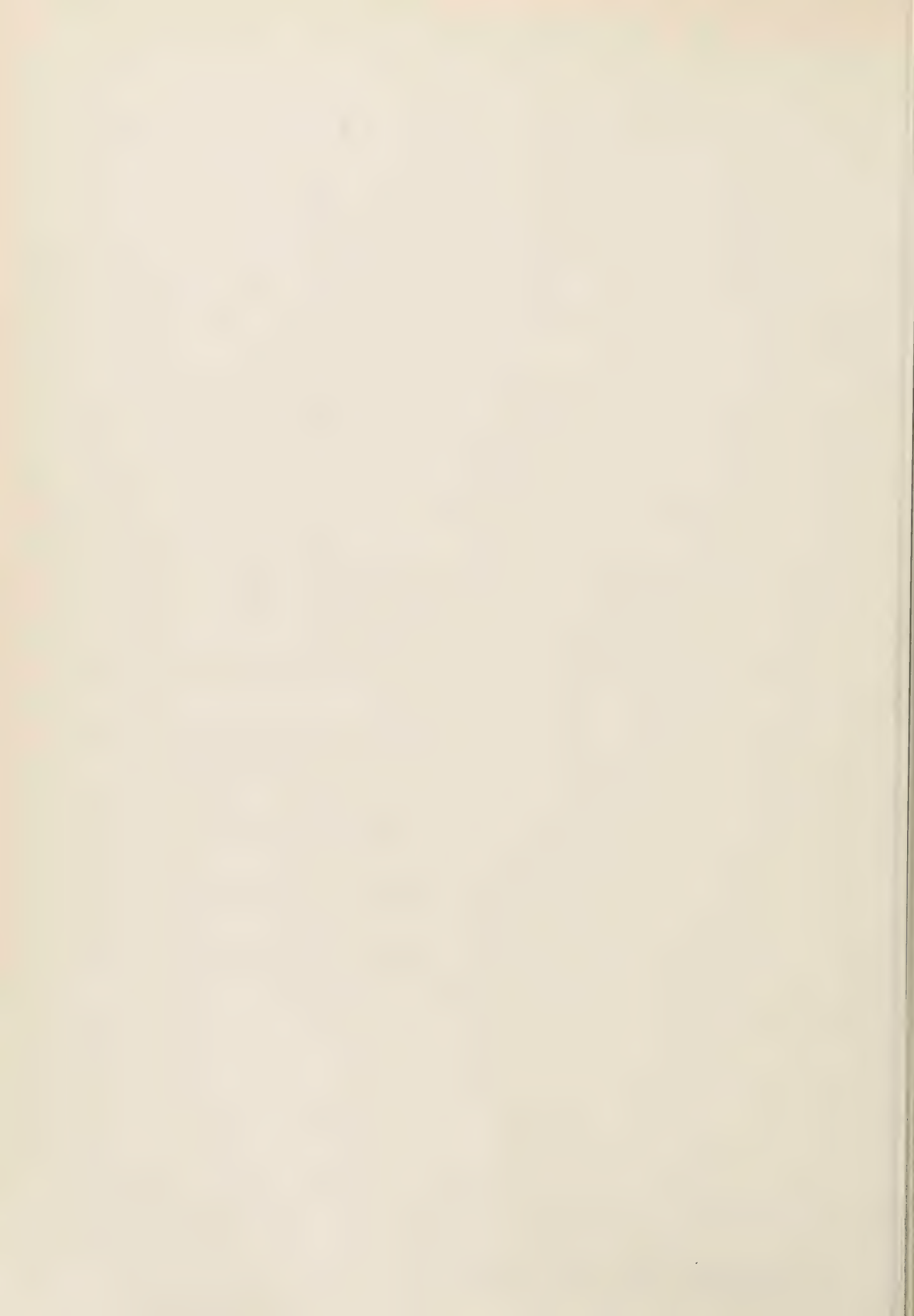
Générateur de créneaux

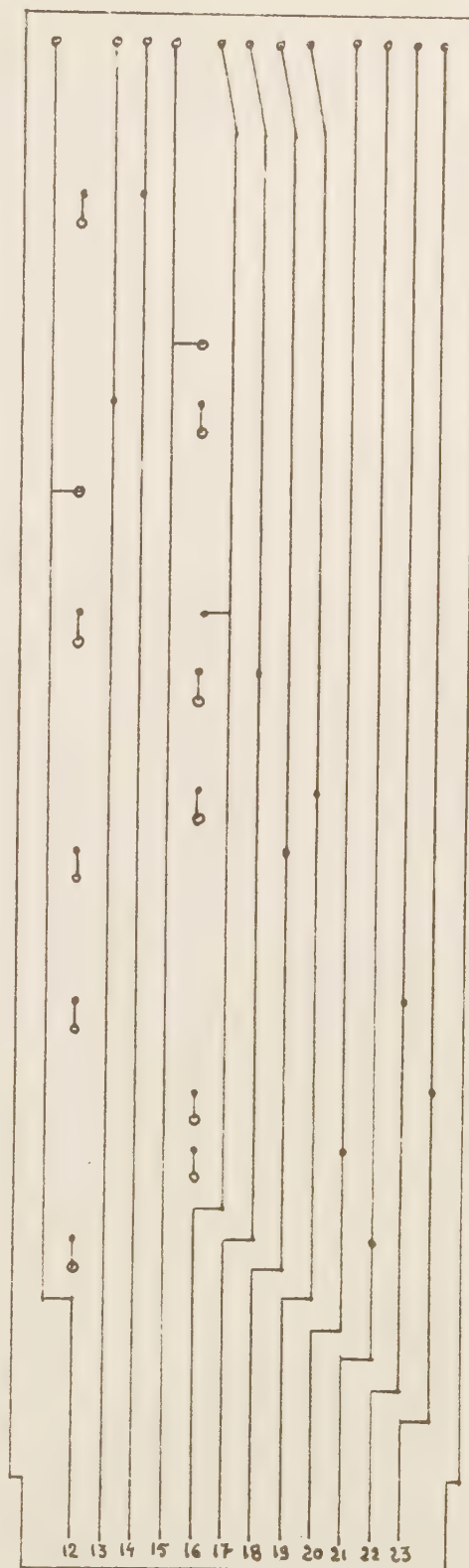
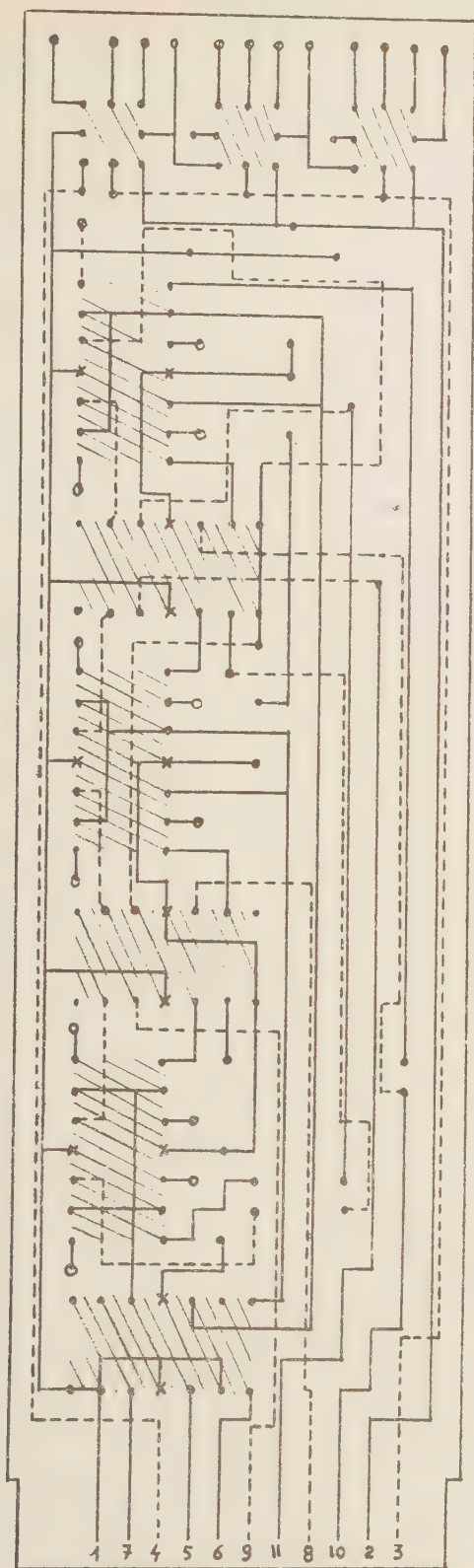
N°	NAT					DEST.	SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T				
1	X			X				potentiel de référence	
2	X			X				source d'énergie + 3,6 V	
3	X			X			+ 16	comptage voie 5	signaux carrés fréq. 1,7 Mhz
4	X			X			+ 16	" " 4	" "
5	X			X			+ 16	" " 3	" "
6	X			X			+ 16	" " 2	" "
7	X			X			+ 16	" " 1	" "
8	X		X				- 3	mesure voie 5	créneaux négatifs < 800 μ S
9	X		X				- 3	" " 4	
10	X		X				- 3	" " 3	
11	X		X				- 3	" " 2	
12	X		X				- 3	" " 1	
13	X			X			+ 80	remise à zéro des compteurs	créneau positif $\leq 1 \mu$ S
14	X	X					+ 80	valid. voies 1, 2, 3	" " (800 μ S)
15	X		X				- 3	verrouillage voie 5	état UN pour verrouillage
16	X	X					+ 16	validation voie 5	créneau positif (800 μ S)
17	X	X					+ 16	" voie 4	" " "
18	X		X				- 3	verrouillage voie 4	état UN pour verrouillage
19	X			X			- 6	fin d'identification	créneau positif (1 μ S)
20	X			X			- 3	ordre d'identification	" " (1 μ S)
21	X			X			+ 13	autorisation d'identification	" " (1 μ S)
22									
23									
24									
25									
26									

Le créneau émis par 21 ne peut l'être qu'à la fin de l'un des créneaux positifs appliqués





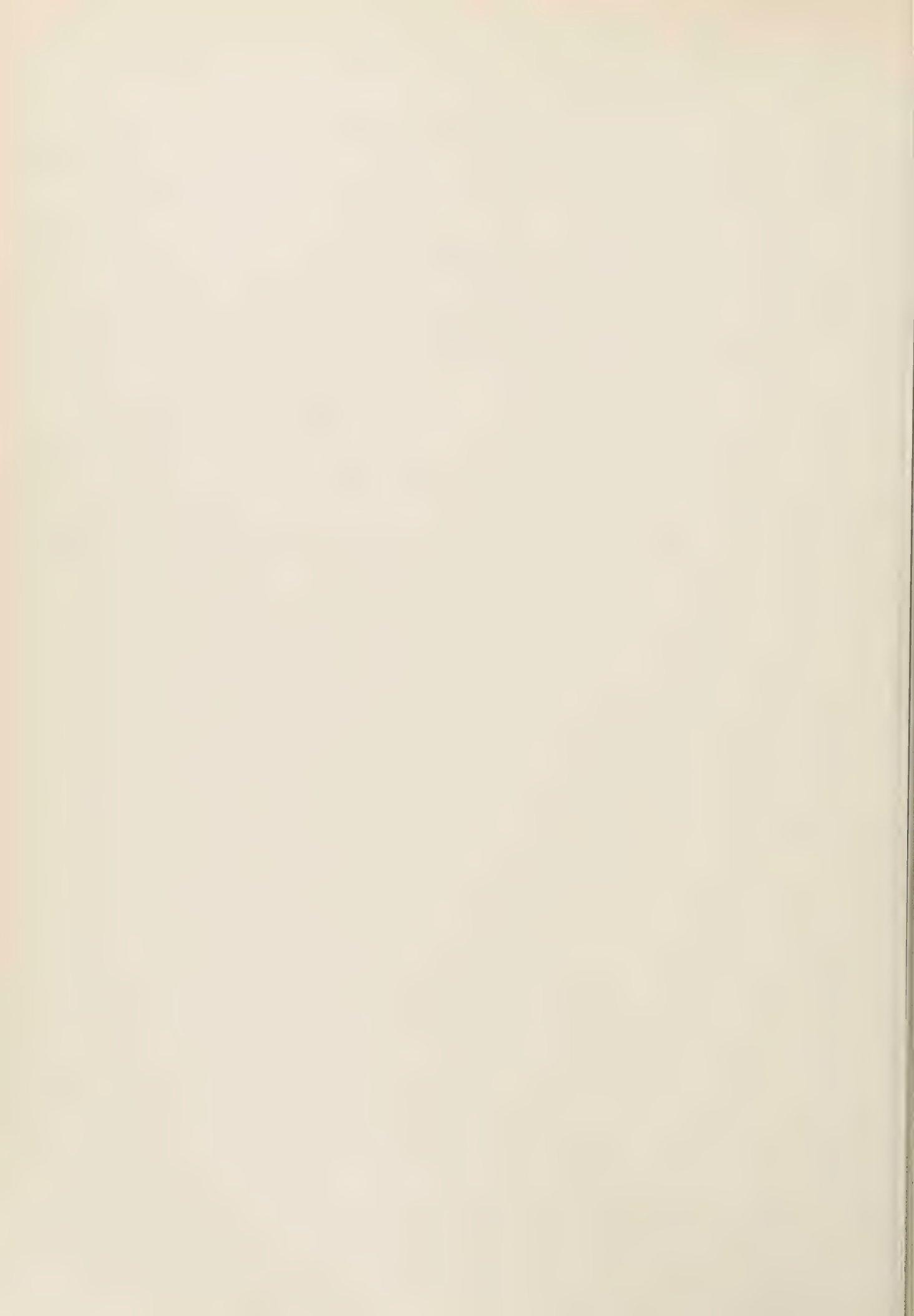


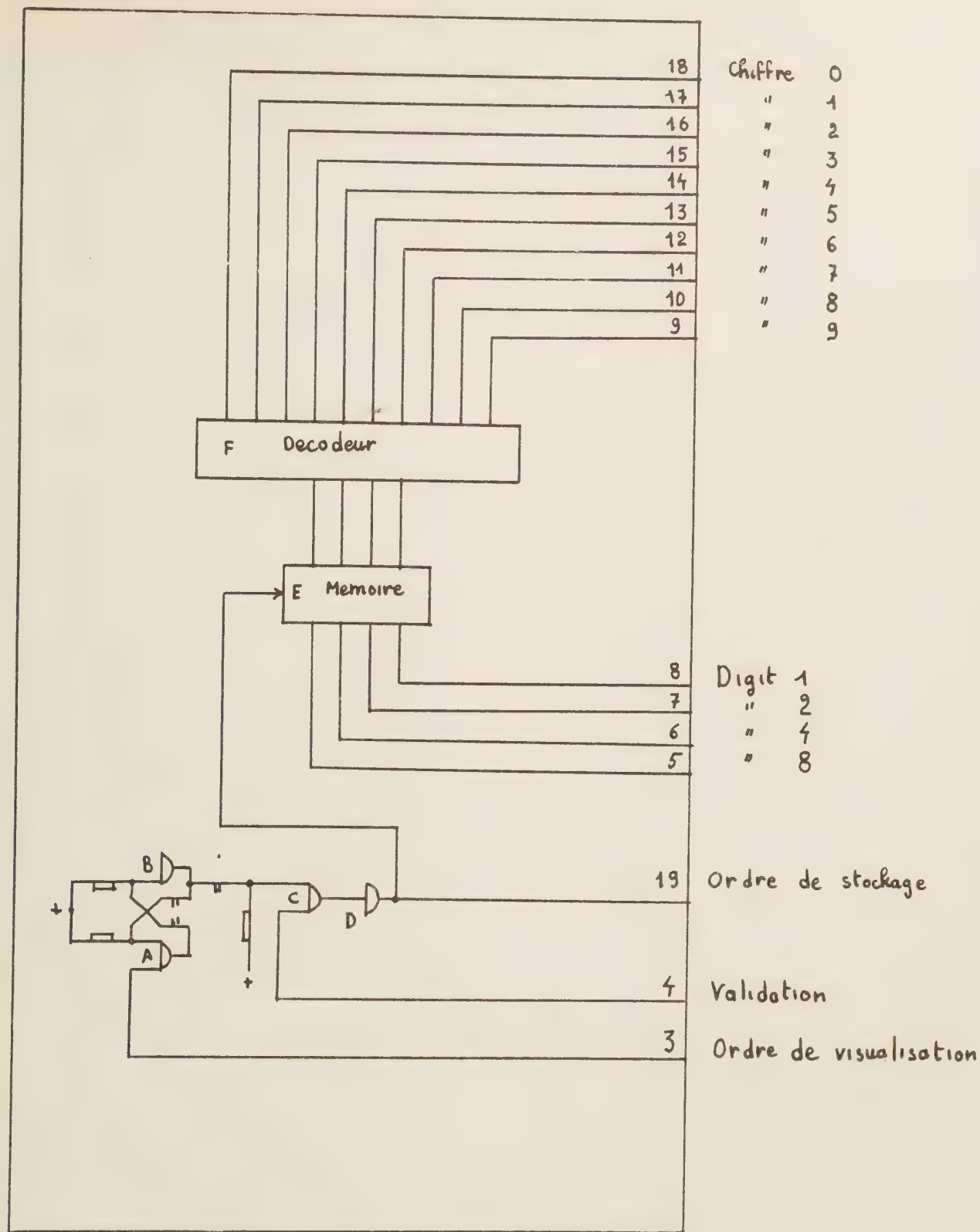


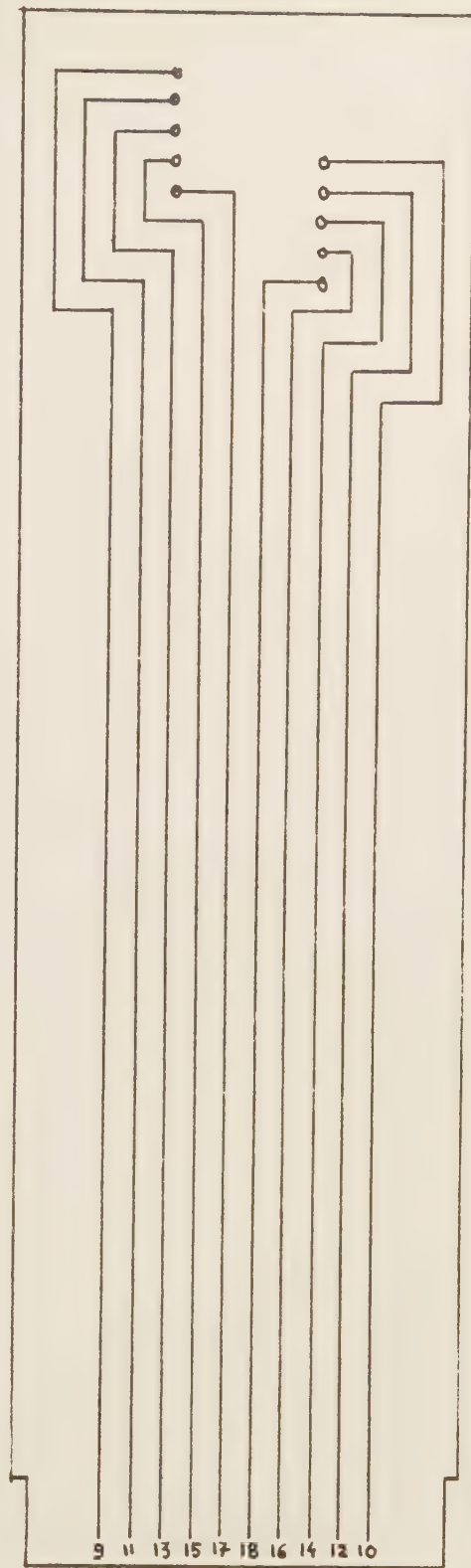
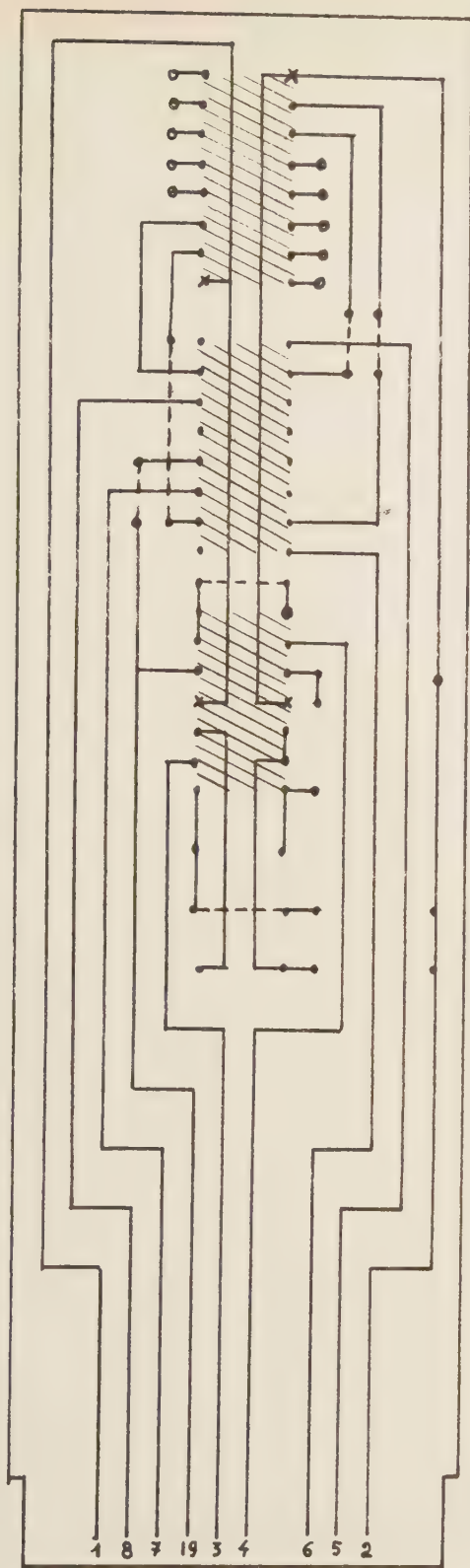
Circuits de Comptage

FIG 334

Realisation







Circuits de Visualisation

FIG 336

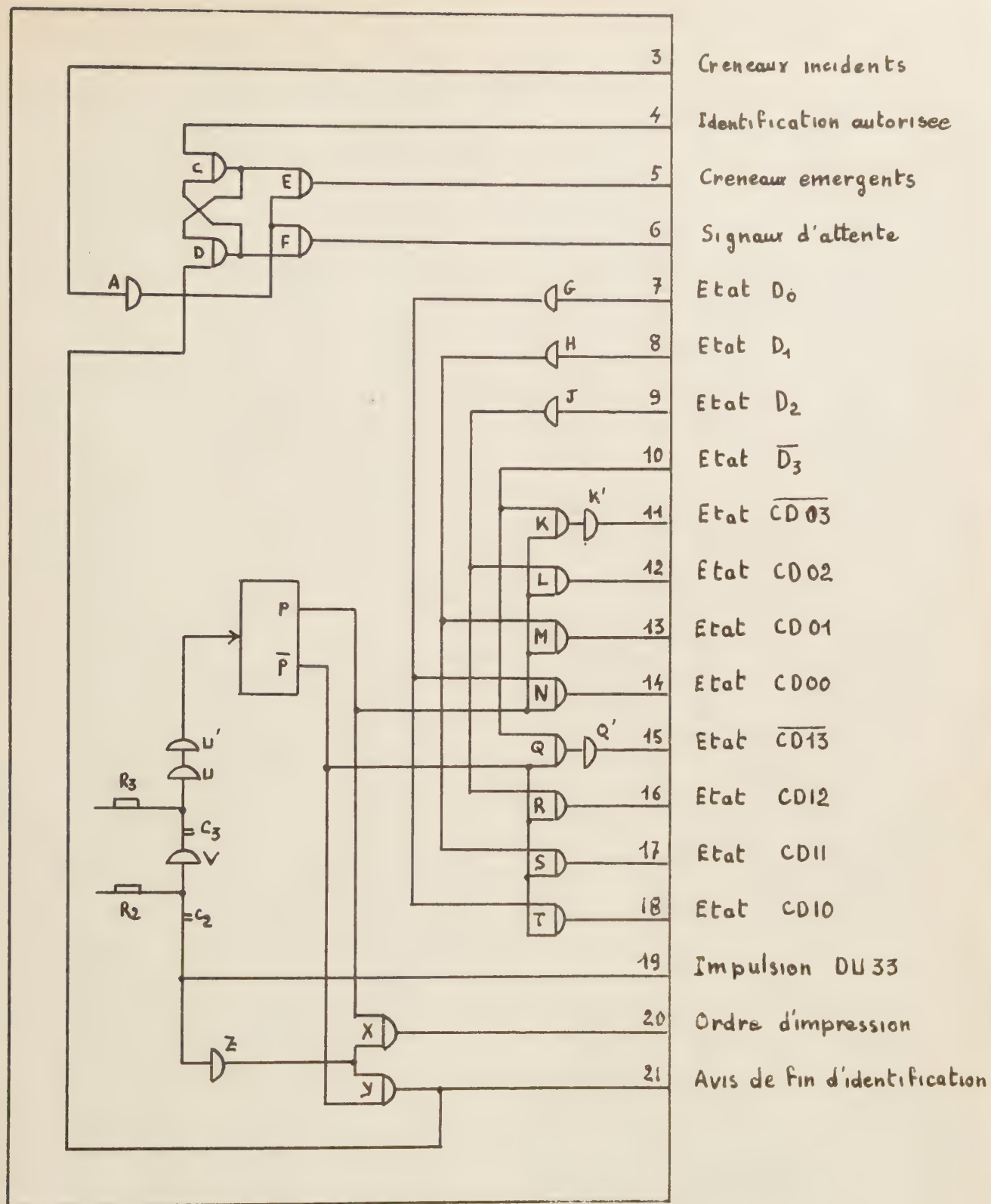
Realisation

TABLEAU 341

SEQUENCE D'IDENTIFICATION DE L'ESSAI

N°	Code	Fonction	N°	Code	Fonction
1	000	Lecture du N° de l'essai (dizaines)	17	100	Lecture du paramètre ϕ_1 (centaines)
2	1	" " " " (unités)	18	1	" " " " (dizaines)
3	2	" " " " (unités)	19	2	" " " " (unités)
4	3	Ordre d'espacement	20	3	Ordre d'espacement
5	010	Lecture de la température (centaines)	21	110	Lecture du paramètre ϕ_2 (centaines)
6	1	" " " " (dizaines)	22	1	" " " " (dizaines)
7	2	" " " " (unités)	23	2	" " " " (unités)
8	3	Ordre d'espacement	24	3	Ordre d'espacement
9	020	Lecture du débit (centaines)	25	120	Lecture de la cote du répartiteur (dizaines)
10	1	" " " " (dizaines)	26	1	" " " " (unités)
11	2	" " " " (unités)	27	2	" " " " (unités)
12	3	Ordre d'espacement	28	3	Ordre d'espacement
13	030	Lecture de la pression (centaines)	29	130	Lecture de l'orientation du tube (dizaines)
14	1	" " " " (dizaines)	30	1	" " " " (unités)
15	2	" " " " (unités)	31	2	" " " " (unités)
16	3	Ordre d'impression	32	3	Signal de fin d'identification

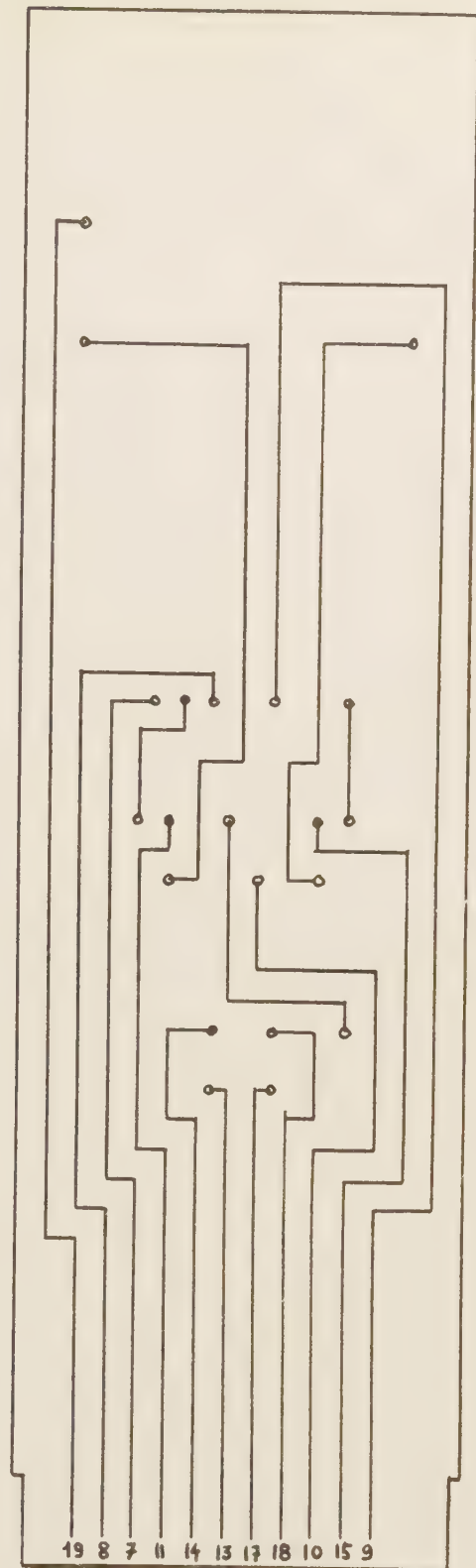
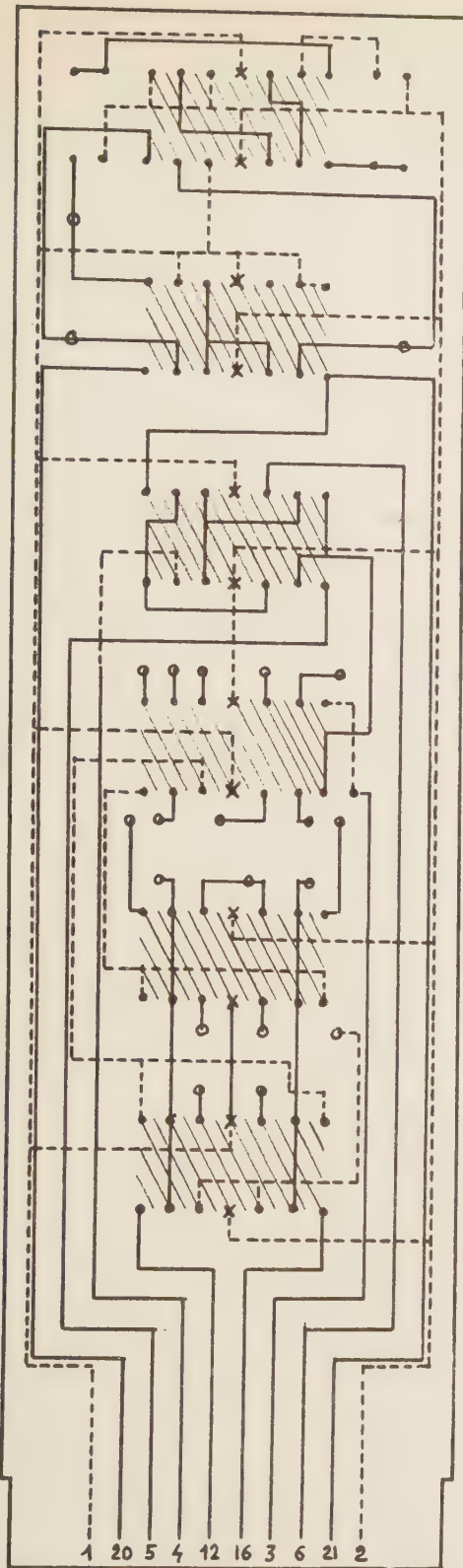




Sous-ensemble de Selection

FIG 341

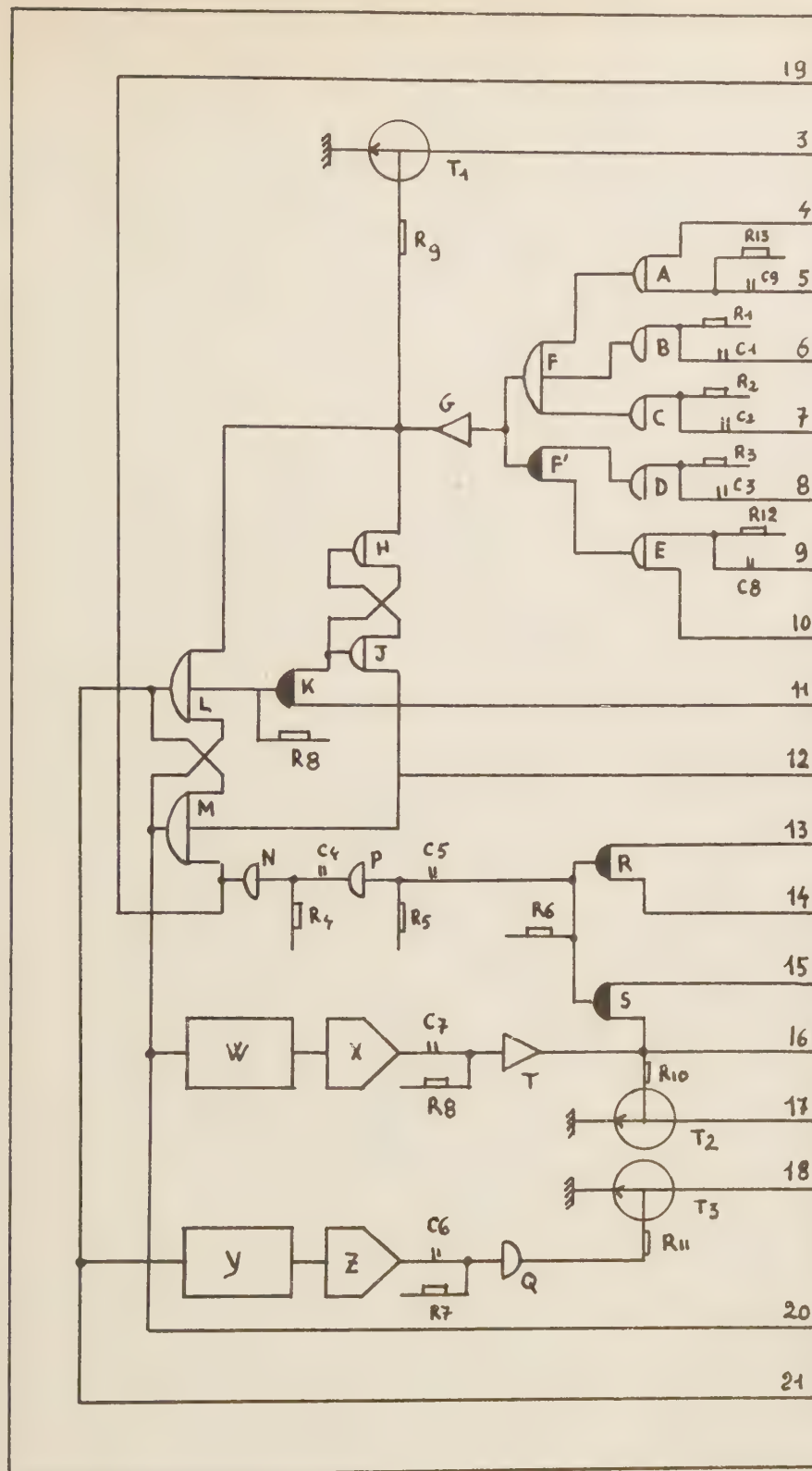
Principe



Sous-ensemble de Selection

FIG 342

Realisation



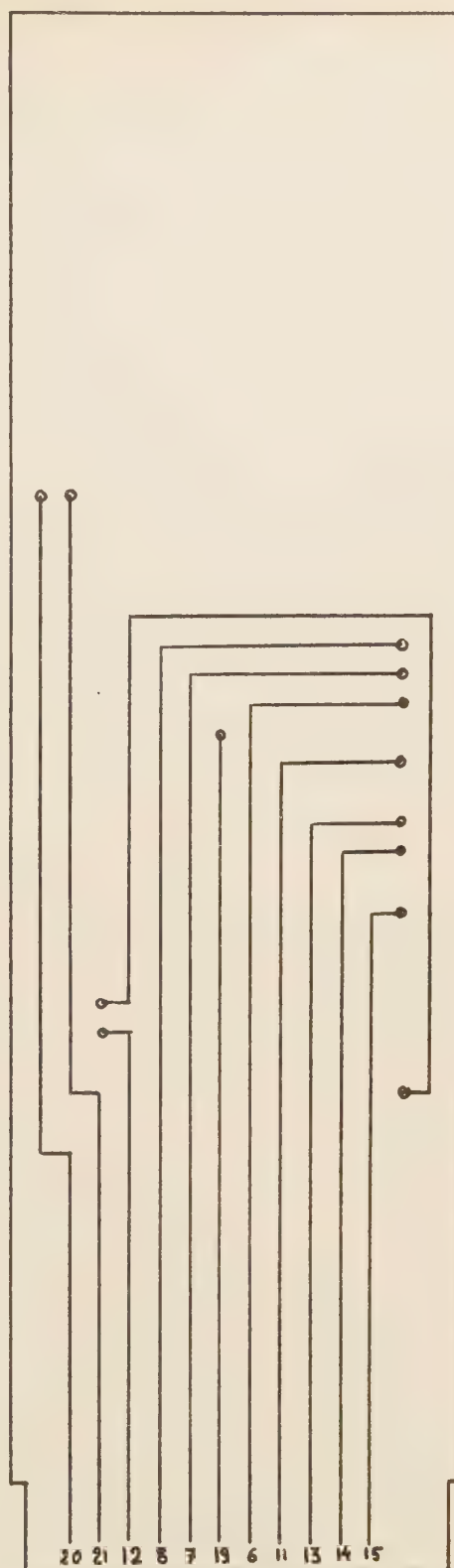
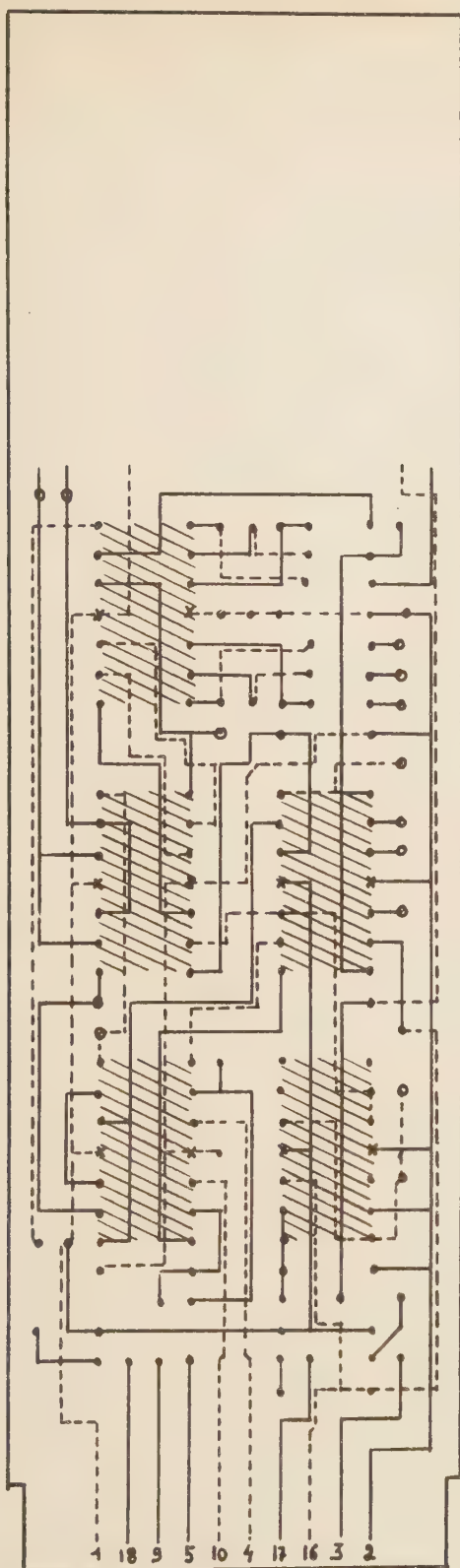
- 19 Ordre d'enchaînement
- 3 Relai parametres physiques
- 4 Verrouillage Ψ_1
- 5 Parametre Ψ_1
- 6 Temperature
- 7 Pression
- 8 Debit
- 9 Parametre Ψ_2
- 10 Verrouillage Ψ_2
- 11 Ordre d'execution
- 12 Rearmement
- 13 F.O Tirair pilote
- 14 F.O Tirairs de liaison
- 15 Rupture de sequence
- 16 Defaut d'execution
- 17 Relai defaut d'execution
- 18 Relai defaut d'ordre
- 20 Attente d'ordre
- 21 Attente d'execution

Protection du tiroir pilote

FIG 343

Principe





Protection du tiroir pilote

FIG 344

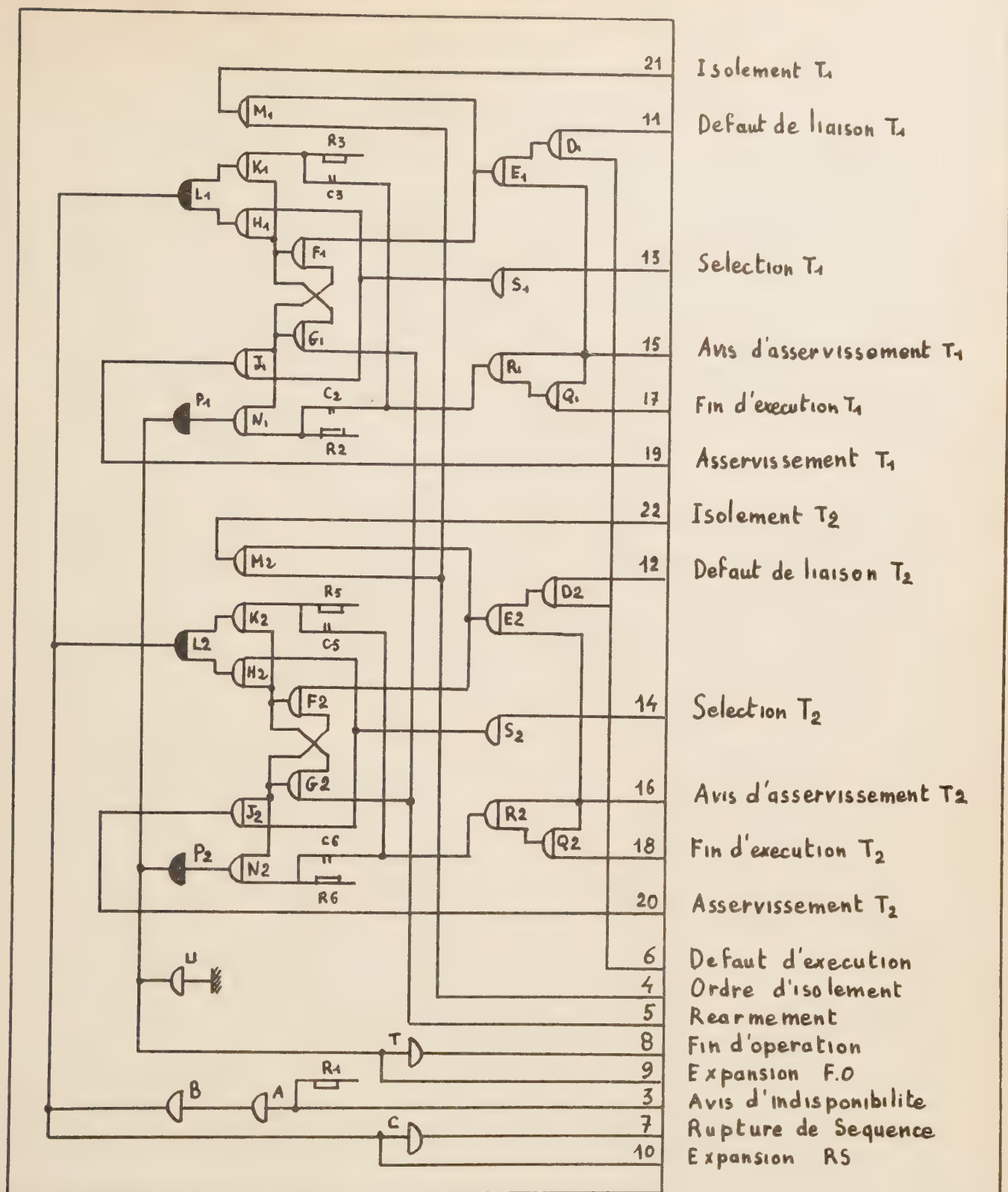
Realisation

Tableau 343

Protection du tiroir pilote

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X			X			potentiel zéro de référence	
2	X			X			source d'énergie + 3,6 V	
3		X		X		150 mA	relai param. physiques	transistor saturé crén. positif
4	X				X	- 3	verrouillage ϕ_1	état UN pour verrouillage
5	X		X			- 5	param. ϕ_1	créneau positif
6	X		X			- 5	température	" "
7	X		X			- 5	pression	" "
8	X		X			- 5	débit	" "
9	X		X			- 5	param. ϕ_2	" "
10	X				X	- 3	verrouillage ϕ_2	état UN pour verrouillage
11	X			X		- 4	ordre d'exécution	créneau positif ($\leq 1 \mu S$)
12	X		X			- 6	réarmement	créneau positif
13	X			X		- 4	fin d'exécution tiroir pilote	" " ($\leq 1 \mu S$)
14	X				X	- 4	fin d'exécution tiroir de liaison	" " "
15	X				X	- 4	rupture de séquence	" " 1 mS
16		X			X	+ 76	défaut d'exécution	" " "
17		X		X		150 mA	relai déf. d'exécution	" " "
18		X		X		150 mA	" " d'ordre	" " "
19								
20		X		X		+ 13	fin d'opération	créneau positif $\leq 1 \mu S$
21		X	X			+ 10	attente d'ordre (sortie de M)	état UN si attente d'ordre
22		X	X			+ 10	attente d'exécution (sortie de L)	" " " " d'exécution
23								
24								
25								
26								

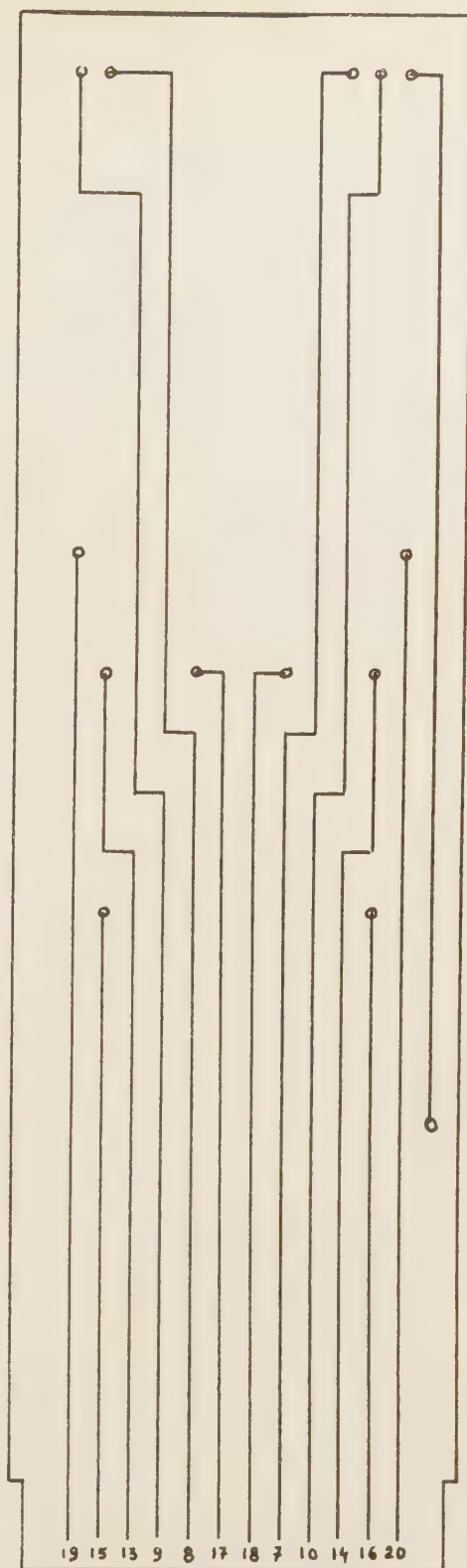
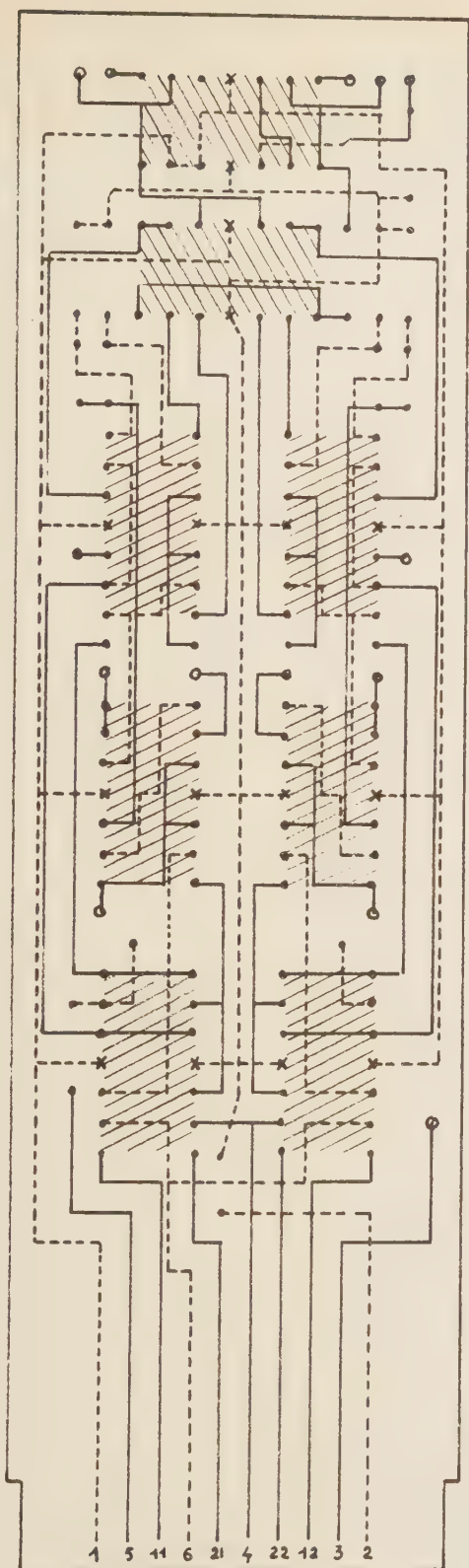
Le créneau positif appliqué sur (12) est engendré par un poussoir.



Protection des Tiroirs de liaison

FIG 345

Principe



Protection des Tiroirs de Liaison

FIG 346

Réalisation

- (1) sortance - 3 pour 345 B
- (2) uniquement sur 345 A (sans connexion dans le bloc pour 345 A)
- (3) les bornes 9 et 10 du 345 B sont connectées aux bornes 9 et 10 des 345 A qui ont chacune une sortance négative égale à - 4
- (4) connexion interne au tiroir auxiliaire pour 345 B
- (5) sans connexions dans le bloc pour 345 B

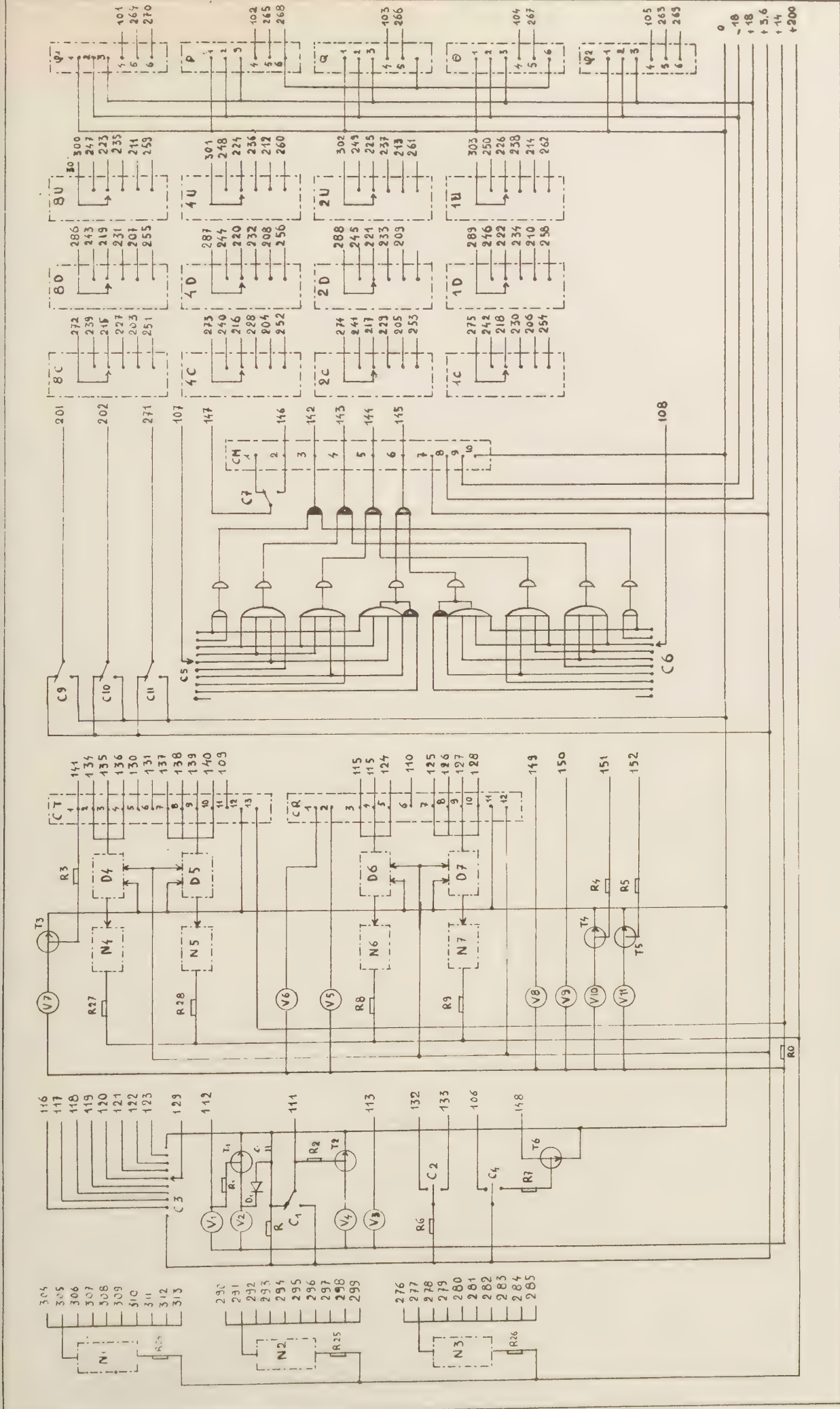
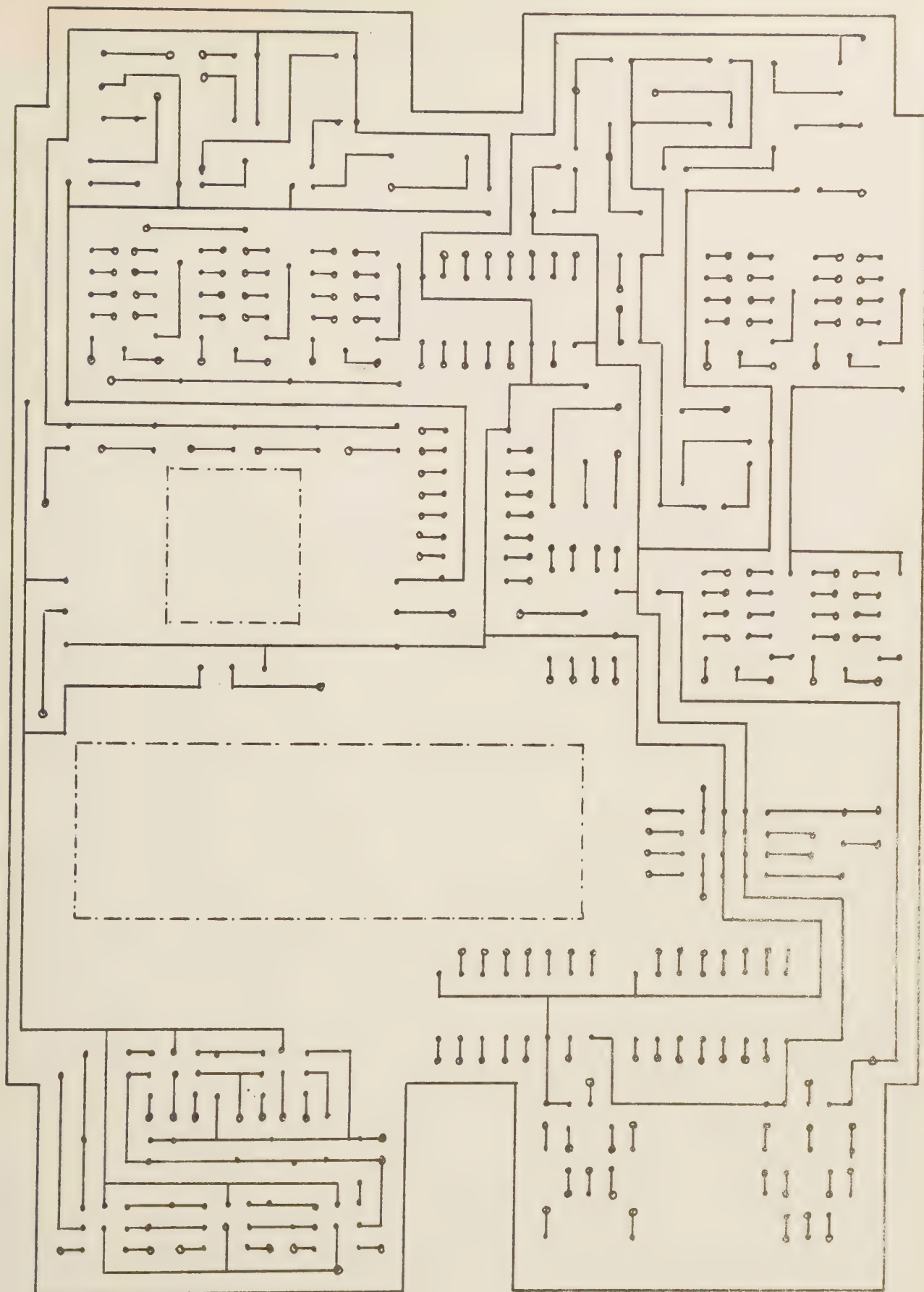


FIG 351

Principe

Façade du tiroir auxiliaire



Façade du tiroir auxiliaire

FIG 352

Realisation

Tableau 351 a

Connexions arrières du tiroir auxiliaire (connection α)

n°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X			X			masse électrique	
2	X			X			pot. zéro de référence	
3	X			X	+ 12		avis d'indisponibilité	(connecté aux 4 T L)
4		X		X	+ 16		isolement T_2	créneau positif $\rightarrow TL_2$
5		X		X	+ 16		ass. T_2	" "
6	X			X	- 3		F.E. T_2	" "
7	X			X	- 9		avis ass. T_2	état zéro si asservi
8	X			X	- 4		sél. T_2 T P	créneau positif
9	X			X	- 3		déf. T_2	" "
10		X		X	+ 16		isolement T_1	créneau positif
11		X		X	+ 16		ass. T_1	" "
12	X			X	- 3		F.E. T_1	" "
13	X			X	- 9		avis ass. T_1	état zéro si asservi
14	X			X	- 4		sél. T_1 T P	créneau positif
15	X			X	- 3		déf. T_1	" "
16	X		X				source d'énergie + 3,6 V	
17	X		X				" " + 12 V	
18	X		X				masse électrique	
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

Tableau 351 b

Connexions arrières du tiroir auxiliaire (connecteur β)

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X			X			masse électrique	
2	X			X			pot zéro de référence	
3	X				X	- 4	sélect. tiroir auxiliaire T P	créneau positif
4		X			X	+ 16	isolement T 4	" "
5		X			X	+ 16	ass. T 4	" "
6	X				X	- 3	F.E. T 4	" "
7	X				X	- 9	avis ass. T 4	état zéro si asservi
8	X				X	- 4	sélection T 4 T P	créneau positif
9	X				X	- 3	défaut T 4	" "
10		X			X	+ 16	isolement T 3	" "
11		X			X	+ 16	ass. T 3	" "
12	X				X	- 3	F.E. T 3	" "
13	X				X	- 9	avis ass. T 3	état zéro si asservi
14	X				X	- 4	sél. T 3 T P	créneau positif
15	X				X	- 3	défaut T 3	" "
16	X			X			source d'énergie + 3,6 V	
17	X			X			" " + 12 V	
18	X			X			masse électrique	
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								

Tableau 351 d

Connexions arrières du tiroir auxiliaire (connecteur 8)

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION					OBSERVATIONS	
	E	S	F	B	T								
1	X						masse électrique						
2	X						source d'énergie + 18 V						
3	X						potentiel zéro de référence						
4		X				- 12	ligne de sortie digit 8			T.P.	créneau nég. exp. multiples		
5		X				- 12	"	"	"	"	4	T.P.	" " " "
6	X					- 15	ordre d'isolement			T.P.pl	créneau négatif		
7	X					- 6	instruct. recul à zéro rot.			T.P.pl	" positif		
8	X					- 3	" recul rot.			T.P.pl	" "		
9	X					- 3	" avance rot.			T.P.pl	" "		
10	X					- 3	" mesure			T.P.pl	" négatif		
11	X					- 3	" identif.			T.P.pl	" "		
12	X					150 mA	voyant D O			pl			
13	X					150 mA	voyant D E			pl			
14		X				150 mA	réarmement relais			pl			
15	X						source d'énergie + 3,6 V						
16	X						"	"	+ 12 V				
17	X						"	"	+ 200				
18	X						masse électrique						
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													

TIROIR PILOTE

- INTRODUCTION

411 - Fonctions du tiroir pilote

Le tiroir pilote a pour fonction essentielle de commander le déroulement de l'essai suivant un programme préétabli. Il a donc pour tâches :

- d'engendrer les séquences d'instructions élémentaires constituant les micro-programmes partiels :
 - déplacement des capteurs
 - identification
 - mesures et calculs
 - initialisation
- d'enchaîner ces microprogrammes les uns aux autres dans certaines conditions particulières
- d'échanger des informations avec l'unité de traitement des données, soit pour lui communiquer les résultats des mesures et commander le déclenchement des séquences de calcul soit au contraire pour retransmettre au reste de l'installation les instructions qu'elle peut lui communiquer.
- de permettre une modification facile du programme.

412 - Déroulement d'un essai

4121 - Essai normal

La figure 411 représente l'organigramme du déroulement d'un essai normal,

- après une séquence d'initialisation destinée à ramener tous les capteurs dans leur position initiale on provoque une identification générale de l'essai avec, entre autres, la mesure et l'impression de la valeur numérique de tous les paramètres physiques généraux du lit fluidisé.

- la campagne de mesure, qui porte sur tous les capteurs occupant toutes les positions dans des plans de section droite du tube d'expérience, peut alors démarrer. Elle se présente sous la forme de quatre boucles imbriquées :

1) on effectue plusieurs mesures pour chacun des capteurs occupant une position donnée et l'on envoie les résultats de ces mesures dans l'unité de traitement soit pour leur enregistrement soit pour leur traitement direct.

2) à la fin de cette série de mesures on fait varier l'orientation de la fenêtre de mesure d'un pas et l'on recommence la séquence 1.

3) lorsque l'orientation de la fenêtre a atteint le maximum admissible on la fait revenir à son point de départ et l'on fait progresser d'un pas l'abscisse de tous les capteurs avant de revenir au début de la séquence 1.

4) lorsque l'abscisse de la fenêtre a atteint sa valeur maximum, on la fait revenir à son point de départ et l'on fait progresser d'un pas l'angle polaire du tube d'expérience avant de revenir au début de la chaîne des séquences 1, 2, 3, 4.

5) lorsque l'angle polaire a atteint sa valeur maximum tout le système revient à son état initial et l'essai s'achève.

4122 - Modifications

Le déroulement normal qui vient d'être décrit peut être modifié de deux façons :

- la première, représentée par les inverseurs C_1 à C_{11} de la figure 411 interrompt l'essai à la fin de chaque microprogramme partiel. L'opérateur dispose alors d'un délai de 200 secondes pour déclencher un autre microprogramme.

- la seconde, non représentée sur la figure, consiste à commander de l'extérieur, à partir de l'unité de traitement, chaque opération élémentaire. Le tiroir pilote ne joue plus alors qu'un rôle de relai inerte.

413 - Description d'ensemble

4131 - Schéma électrique

Afin de satisfaire aux exigences énumérées ci-dessus, le schéma électrique du tiroir pilote, tel qu'il est représenté sur la figure 412, fait appel à quelques transistors et composants discrets associés à des circuits intégrés digitaux de la famille R.T.L.

Ces différents éléments sont groupés en un certain nombre de petits sous-ensembles que l'on peut, pour plus de commodité, classer en :

- éléments d'interface (adaptation d'impédance)
- éléments de microprogrammes (initialisation, déplacements, mesures, etc...)
- éléments d'échange avec l'unité de traitement (codeurs, décodeurs d'entrée et de sortie).
- éléments de programmation (choix du mode de fonctionnement et de l'enchaînement des opérations).

4132 - Réalisation mécanique

La figure 413 représente une perspective éclatée de ce tiroir de dimensions normalisées (2/8,5 unités). A l'aspect du panneau frontal près, la construction mécanique est en tous points identique à celle du tiroir auxiliaire (cf fig. 311)

2 - MICROPROGRAMMES

2.1 - Généralités

4211 - Fonctions

Les éléments de microprogrammation ont pour fonctions :

- d'élaborer les séquences d'instructions unitaires réalisant une opération élémentaire : (rotation du tube, déplacement d'un pas de tous les capteurs, mesure des paramètres ponctuels du lit fluidisé, etc...)
- de signaler l'état d'avancement de l'essai
- de modifier le déroulement de la séquence en fonction des informations fournies par le reste de l'installation (ruptures de séquence, défauts, ordres prioritaires, etc...).

4212 - Constitution

Les circuits de microprogrammation sont répartis dans dix blocs élémentaires

- Un sous-ensemble d'initialisation
- Quatre sous-ensembles de commande des mouvements des capteurs (translation et rotation d'un pas, retour à la position initiale en rotation et en translation).
- Un sous-ensemble de commande des mouvements du tube d'expérience
- Trois sous-ensembles de commande des séquences de mesure
- Un sous-ensemble d'identification.

422 - Sous-ensemble d'initialisation

4221 - Schéma de principe

La figure 421 représente le schéma de principe du sous-ensemble d'initialisation et permet d'obtenir ses équations logiques :

$$B = \overline{D}\delta'4$$

$$C = \delta'B = \overline{D}\delta4$$

$$E = C + \overline{3}E$$

$$9 = D = \overline{E}$$

$$F = T + \overline{C} F = \delta18 + \overline{C} F$$

$$7 = H = \overline{F}\delta C$$

$$8 = G = \overline{F}$$

$$10 = J = \overline{F}.\overline{S} = 17.G$$

$$11 = K = \overline{G}.\overline{S} = 17.F$$

$$12 = L = \overline{F}.\overline{R} = 16.G$$

$$13 = M = \overline{G}.\overline{R} = 16.F$$

$$14 = N = \overline{G}.\overline{Q} = 15.F$$

$$15 = P = \overline{F}.\overline{Q} = 15.G$$

4222 - Fonctionnement

Dans l'état initial les bascules DE et FG sont désarmées ($E = G = 0$). Une impulsion de départ appliquée sur la borne (4) déclenche le fonctionnement du mono-

stable AB et le créneau positif engendré par B donne :

- sur (5) à la sortie de l'inverseur V un créneau négatif provoquant l'isolement de tous les tiroirs.

- sur (6) à la sortie de l'inverseur W, un créneau négatif destiné à placer le système en "attente d'ordre" (cf 3ème partie).

- sur C un créneau positif retardé qui :

- . arme la bascule DE, allumant le voyant connecté à la borne (9) et bloquant le monostable AB rendu ainsi insensible aux impulsions appliquées sur (4).
- . arme la bascule FG, allumant le voyant d'initialisation connecté à la borne (8) et déclanchant sur (7) à la sortie de H, l'apparition d'un créneau positif à destination du microprogramme de remise à zéro de l'orientation des capteurs.

Le créneau positif de fin de remise à zéro de l'orientation, appliqué sur la borne (16) et inversé par S, donne sur (10) à la sortie de J, ouverte par F, un créneau positif déclanchant la remise à zéro de l'abscisse des capteurs.

Le créneau positif de fin de remise à zéro de l'abscisse, appliqué sur la borne (17) et inversé par R, donne sur (12), à la sortie de L ouverte par F, un créneau positif déclanchant la remise à zéro de l'angle polaire du tube d'expérience.

Le créneau positif de fin de remise à zéro de l'angle polaire, appliqué sur la borne (18) a deux actions :

- inversé par Q il franchit P ouverte par F en donnant sur (15) un créneau positif déclanchant la séquence suivante du programme général.

- retardé par T, il désarme la bascule EF, éteignant ainsi le voyant d'initialisation, fermant les portes J, L et P, ouvrant les portes K, M et N.

Les créneaux positifs de fin de séquence arrivant alors sur les bornes (16) ou (17) ressortent respectivement sur les bornes (11) et (13) pour déclancher les opérations suivantes du programme général.

Le créneau positif appliqué sur (18) ressort sur (14) et, à travers un poussoir de façade (arrêt immédiat), revient sur (3) désarmer la bascule DE et éteindre le voyant qu'elle commande. Ce créneau est un signal de fin d'expérience.

4223 - Réalisation pratique

La figure 422 représente les deux plaquettes imprimées simple face constituant le sous-ensemble d'initialisation. Le tableau 421 donne les caractéristiques des différentes bornes et précise les conditions d'essai.

23 - Microprogrammes de déplacement des capteurs

4231 - Schéma de principe

La figure 423 représente le schéma de principe d'un microprogramme constitué de deux compteurs à quatre positions et des décodeurs associés. Il admet pour équations logiques :

$$B = \overline{5.D}$$

$$3 = \overline{E} = D$$

$$U = \overline{6.D}$$

$$C = \overline{B + 4}$$

$$C' = \overline{C} = B + 4 = 4 + \overline{5E}$$

$$D = Z + \overline{C'D} = Z + CD$$

$$F = \overline{D} \delta C'$$

$$7 = F'' = \overline{F}^*$$

$$8 = L' = \overline{L}^* = \overline{FJK}^* \quad \text{impulsion } \overline{U2}^*$$

$$9 = M' = \overline{M}^* = \overline{FJK}^* \quad \text{impulsion } \overline{U1}^*$$

$$10 = P' = \overline{P}^* = \overline{F.JK}^* \quad \text{impulsion } \overline{U3}^*$$

$$N' = \overline{N}^* = \overline{FJK}^* \quad \text{impulsion } \overline{U0}^*$$

$$11 = Z = P.\overline{S}.T = \overline{FJK} \overline{S}.T \quad \text{impulsion } 33$$

$$12 = Y' = \overline{y}^* = \overline{\overline{FJK} \overline{S}.T}^* \quad \text{impulsion } 30$$

$$13 = X' = \overline{X}^* = \overline{\overline{FJ.KS} T}^* \quad \text{impulsion } 00$$

$$14 = W' = \overline{W}^* = \overline{\overline{FJ.KS} T}^* \quad \text{impulsion } 10$$

$$15 = V' = \overline{V}^* = \overline{\overline{FJ.KS} T}^* \quad \text{impulsion } 20$$

4232 - Fonctionnement

Dans l'état initial la bascule DE est désarmée ($E = 0$), les deux compteurs JK et ST sont tous les deux à l'état zéro, les portes N et X sont seules ouvertes.

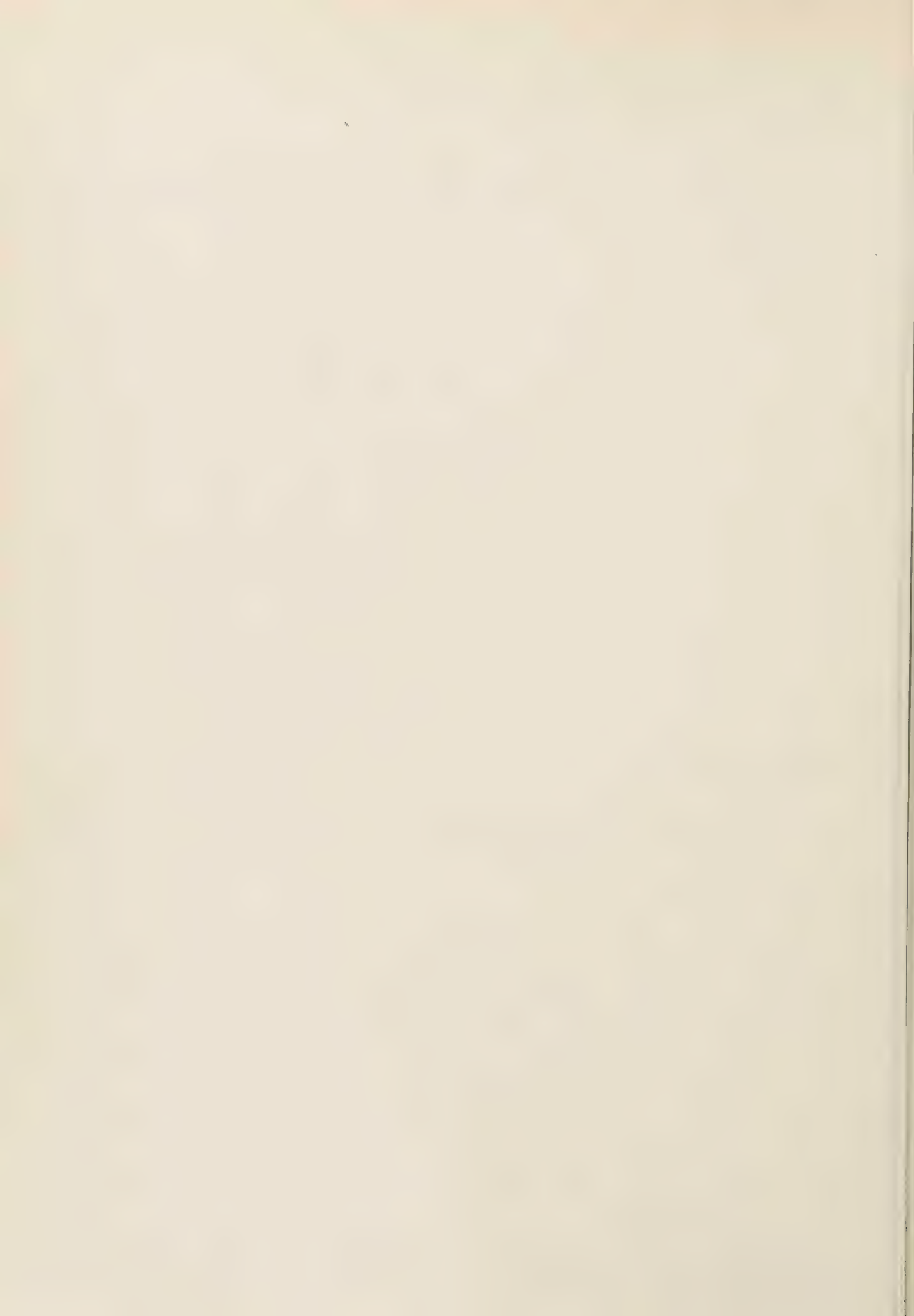
Fonctionnement normal

Le déroulement du microprogramme se fait en 16 temps de la façon suivante :

- au temps UN un créneau positif de déclenchement est appliqué sur la borne (4). Il franchit C et C', arme la bascule DE, allumant ainsi le témoin de déclenchement connecté à la borne (3), engendre à la sortie de F un créneau positif qui :

- . à travers l'expandeur F'' donne sur (7) un créneau négatif mettant le système en "attente d'exécution" (cf 3ème partie).
- . à travers N, N', X et X' donne sur (13) un ordre de sélection de T_1
- . à travers la chaîne GHH' fait passer JK dans l'état UN ouvrant ainsi la seule porte M.

- au temps DEUX, le signal de fin de sélection émis par T_1 , après avoir ramené le système en "attente d'ordre", applique sur (5) un créneau négatif qui, à travers B (ou-



verte par D) atteint C et C' pour donner à la sortie de F une nouvelle impulsion positive.

- . Un nouveau signal d'attente d'exécution apparaît sur (7).
- . Un ordre d'opération apparaît sur (9) sous la forme d'un créneau négatif
- . Le compteur JK passe dans l'état deux, ouvrant la seule porte L.

- au temps TROIS, le signal de fin de mouvement émis par T₁, après avoir ramené le système en "attente d'ordre", provoque à travers B, C et C' l'apparition d'un créneau positif à la sortie de F.

- . Un signal d'attente d'exécution apparaît sur (7).
- . Un ordre d'isolement apparaît sur (8)
- . Le compteur JK passe dans l'état 3, ouvrant la seule porte P.

- au temps QUATRE, le signal de fin d'isolement émis par T₁ donne sur F un nouveau créneau positif

- . Un signal d'attente d'exécution apparaît sur (7)
- . Un créneau positif apparaît sur P engendrant :

sur (10) un créneau négatif de fin d'exécution ramenant le système en attente d'ordre

à travers la chaîne QRR' un créneau négatif faisant passer le compteur ST dans l'état UN (ouvrant ainsi la seule porte W au moment où, grâce à la chaîne GHH' le compteur JK retombe à zéro.)

- au temps CINQ, le signal de fin d'exécution émis à la fin du temps quatre se comporte exactement comme l'ordre de déclenchement appliqué au temps UN à ceci près que l'ordre de sélection apparaissant sur (14) concerne le second tiroir.

- les temps 6 et 7 sont identiques à 2 et 3

- le temps 8 est identique à quatre à ceci près que ST passe dans l'état deux, ouvrant la seule porte V.

- les temps 9 à 12 sont identiques aux temps 5 à 8 à ceci près que l'ordre de sélection du troisième tiroir apparaît sur (15) et que le compteur ST passe dans l'état 3, ouvrant les deux portes Y et Z.

- les temps 13 à 15 sont identiques aux temps 5 à 7 à ceci près que l'ordre de sélection apparaissant sur (12) concerne le quatrième tiroir.

- au temps 16 le créneau négatif appliqué sur (5) donne à la sortie de F un créneau positif qui :

- . à travers F' donne sur (7) un signal d'attente d'exécution

- . à travers F' P et P' donne sur (10) un signal de fin d'opération ramenant le système en attente d'ordre.
- . à travers F', P, P'' et Z, désarme la bascule DE, éteignant ainsi le témoin de déroulement, donne sur (11) un créneau positif de fin de séquence déclanchant la phase suivante du programme à l'arrivée du signal de fin d'opération émis en réponse par le tiroir auxiliaire (cf § 343).
- . à travers la chaîne GHH' ramène le compteur JK à zéro.
- . à travers F', P, P'', Z et la chaîne QRR' ramène le compteur ST à zéro.

Le microprogramme est alors revenu dans son état initial, prêt pour une nouvelle séquence.

Fonctionnement sur rupture de séquence

Supposons que les tiroirs deux et quatre soient sous contrôle manuel. A la fin du temps quatre le compteur JK est à zéro, ST est dans l'état UN.

- au temps CINQ le créneau émis par F va :

- . mettre le système en attente d'exécution
- . provoquer sur (14) l'apparition d'un ordre de sélection de T_2
- . faire passer JK dans l'état UN.

Le tiroir T_2 , sous contrôle manuel, va émettre un avis d'indisponibilité provoquant l'application sur (6) d'un créneau négatif de rupture de séquence ayant pour effet :

- . à travers U et U' (ouverte par D) de forcer le passage du compteur JK dans l'état 3 ouvrant ainsi la seule porte P
- . engendrer grâce au signal de fin d'opération émis par le tiroir auxiliaire (cf § 343) à la sortie de F un créneau positif se comportant exactement comme celui engendré en fonctionnement normal au temps 8 : JK va revenir à zéro, ST va passer dans l'état 2 et un signal de fin d'opération va apparaître sur (10).

- les temps 9 à 12 vont ensuite se dérouler normalement

- au temps 13 l'ordre de sélection de T_4 va provoquer l'émission d'un nouveau signal de rupture de séquence.

JK passera immédiatement dans l'état 3 puis F émettra un créneau positif se comportant exactement comme celui émis au temps 16 en fonctionnement normal.

4233 - Réalisation pratique

La figure 424 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de microprogrammation. Le tableau 422 donne les caractéristiques des différentes bornes et précise les conditions d'essai.

424 - Microprogrammes de déplacement du tube d'expérience

4241 - Schéma de principe

La figure 425 représente le schéma de principe des circuits de commande du tube d'expérience. Comme ils sont formés de deux demi-circuits identiques seules sont données les équations logiques de la moitié supérieure :

$$B = \overline{D}.9$$

$$A = \overline{B + 8}$$

$$A' = \overline{A} = B + 8 = 8 + E \overline{9}$$

$$7 = \overline{E} = D = P + \overline{A}'D = P + AD$$

$$F = \overline{D}\delta A'$$

$$10 = P' = \overline{F_1 + F_2}^*$$

$$3 = M' = \overline{M}^* = \overline{FJK}^*$$

impulsion $\overline{1}^*$

$$4 = N' = \overline{N_1 + N_2}^* = \overline{F_1 \overline{J_1} \overline{K_1} + F_2 \overline{J_2} \overline{K_2}}^*$$

impulsion $\overline{0}^*$

$$5 = P = \overline{FJK}$$

impulsion 3

$$6 = P' = \overline{P_1 + P_2}^* = \overline{F_1 \overline{J_1} K_1 + F_2 \overline{J_2} K_2}^*$$

impulsion $\overline{3}^*$

$$15 = L' = \overline{L_1 + L_2}^* = \overline{F_1 J_1 K_1 + F_2 J_2 K_2}^*$$

impulsion $\overline{2}^*$

4242 - Fonctionnement

Dans l'état initial la bascule DE est désarmée ($E = 0$) le compteur JK est à zéro, la porte N est seule ouverte, le système est en "attente d'ordre".

Fonctionnement normal

Le déroulement du microprogramme s'effectue en quatre temps de la façon suivante :

- au temps UN, un créneau positif de déclenchement appliqué sur (8) franchit A et A', arme la bascule statique DE, allumant ainsi le témoin de déclenchement connecté à la borne (3), engendre à la sortie de F un créneau positif qui :

- . à travers l'expandeur double F' donne sur (10) un créneau négatif mettant le système en "attente d'exécution" (cf § 343).
- . à travers F'' N et N' émet sur (4) un ordre de sélection du tiroir auxiliaire sous la forme d'un créneau négatif
- . à travers la chaîne GHH' fait passer le compteur JK dans l'état UN, ouvrant ainsi la seule porte M.

- au temps DEUX, le signal de fin de sélection émis par le tiroir auxiliaire, après avoir ramené le système en "attente d'ordre", applique sur (9) un créneau négatif qui, à travers B (ouverte par D), atteint A et A' pour provoquer l'émission par F d'un créneau positif.

- . Un nouveau signal d'attente d'exécution apparaît sur (10)

- . Un ordre de mouvement apparaît sur (3) sous la forme d'un créneau négatif

- . Le compteur JK passe dans l'état deux, ouvrant ainsi la seule porte L.

- au temps TROIS, le signal de fin de mouvement émis par le tiroir auxiliaire, après avoir ramené le système en attente d'ordre, provoque l'apparition d'un nouveau créneau positif à la sortie de F.

- . Un signal d'attente d'exécution apparaît de nouveau sur (10)

- . Un ordre d'isolement apparaît sur (15) sous la forme d'un créneau négatif

- . Le compteur JK passe dans l'état 3, ouvrant ainsi la seule porte P.

- au temps QUATRE, le signal de fin d'isolement émis par le tiroir auxiliaire donne sur F un dernier créneau positif.

- . Un signal d'attente d'exécution apparaît sur 10.

- . P émet un créneau positif engendrant

 - un signal positif de fin de mouvement sur la borne (5)

 - un signal négatif de fin d'opération sur la borne (6) ramenant ainsi le système en attente d'ordre

 - un ordre de remise à zéro de la bascule DE. Le voyant s'éteint et le microprogramme est prêt à déclancher une nouvelle séquence.

Fonctionnement en rupture de séquence

Supposons que, en cours de séquence, par exemple pendant le déplacement du tube, il se produise un défaut entraînant l'isolement automatique du tiroir auxiliaire suivi de l'émission d'un ordre de rupture de séquence sous la forme d'un créneau négatif appliqué sur la borne (11). Ce signal franchit C ouverte par D et force le passage du compteur JK dans l'état trois, ouvrant ainsi la seule porte P.

Le signal de fin d'opération émis par les circuits de protection (cf § 343) va se comporter exactement comme celui arrivant au temps quatre sur la borne (9) lors du fonctionnement normal. Le microprogramme est ici encore ramené à son état initial, prêt pour le déclanchement d'une nouvelle séquence.

4243 - Réalisation pratique

La figure 426 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de commande des mouvements du tube d'expérience. Le tableau 423, lui, donne les caractéristiques des différentes bornes et précise les conditions de l'essai.

425 - Microprogramme de mesure

4251 - Principe de fonctionnement

La séquence de mesure des paramètres locaux du lit fluidisé comprend deux phases distinctes :

- la première, qui intéresse simultanément tous les capteurs, provoque la mesure analogique des paramètres suivie de la conversion des résultats sous forme digitale.
- la seconde, qui intéresse successivement chacun des capteurs, provoque l'acquisition résultats par l'unité de traitement.

Les circuits nécessaires à l'obtention de ce résultat sont répartis dans trois blocs élémentaires :

- un sous-ensemble première phase
- un sous-ensemble seconde phase
- un sous-ensemble d'aiguillage

4252 - Sous-ensemble première phase

Schéma de principe

La figure 427 représente le schéma électrique du microprogramme première phase dont les équations logiques s'écrivent

$$\gamma = \overline{10 + 16}$$

$$A = \overline{C} \overline{\gamma} = D (10 + 16)$$

$$B = \overline{13 + A}$$

$$B' = \overline{B} = 13 + A$$

$$\epsilon' = \overline{\epsilon} = 11 + T$$

$$D = B' + \epsilon D = 13 + D (10 + 16 + \overline{11 + T})$$

$$E = D \delta B'$$

$$14 = E'' = \overline{E}^* = \overline{D \delta B'}^*$$

$$N = E \overline{H} \overline{J}$$

$$K = E \overline{H} \overline{J}$$

$$L = E \overline{H} \overline{J}$$

$$M = E \overline{H} \overline{J}$$

$$8 = T = NS = E \overline{H} \overline{J} S$$

$$\text{impulsion } 13$$

$$7 = U = \overline{NS} = E \overline{H} \overline{J} \overline{S}$$

$$\text{impulsion } 03$$

$$6 = V = KS = E \overline{H} \overline{J} S$$

$$\text{impulsion } 10$$

$$5 = W = \overline{KS} = E \overline{H} \overline{J} \overline{S}$$

$$\text{impulsion } 00$$

$$X = LS = E \overline{H} \overline{J} S$$

$$\text{impulsion } 11$$

$$4 = Y = \overline{LS} = E \overline{H} \overline{J} \overline{S}$$

$$\text{impulsion } 01$$

$$3 = Z' = \overline{Z}^* = \overline{MS}^* = \overline{E \overline{H} \overline{J} S}^*$$

$$\text{impulsion } \overline{12}^*$$

$$\alpha = \overline{MS} = E \overline{H} \overline{J} \overline{S}$$

$$\text{impulsion } 02$$

$$\beta' = \overline{\beta} = U + V + X + \alpha = E (\overline{JS} + \overline{JS})$$

$$15 = \beta'' = \overline{\beta'}^* = \beta^*$$

$$9 = \delta = \overline{\beta' + W + T}^* = E (\overline{JS} + \overline{JS} + \overline{H} (\overline{JS} + \overline{JS}))^*$$

Fonctionnement

Dans l'état initial la bascule CD est désarmée ($D = 0$), le compteur HJ est à zéro, ainsi que la bascule R, les portes K, U, W, Y et α sont ouvertes.

Les huit temps du fonctionnement s'enchaînent de la façon suivante :

- au temps UN, un créneau positif de déclenchement appliqué sur (13) franchit B et B', arme la bascule statique CD allumant ainsi le voyant connecté à la borne (12), engendrant à la sortie de E un créneau positif qui :

- . à travers E'' donne sur (14) un signal d'attente d'exécution
- . à travers E', K et W, fait apparaître sur (5) un créneau positif testant l'état du compteur de mesure et sur (9) à la sortie de δ un créneau négatif de fin de d'exécution.
- . à travers la chaîne FGG' fait passer le compteur HJ dans l'état UN, ouvrant ainsi la seule porte L.

- si le compteur est plein le signal de fin d'opération réémis par le tiroir auxiliaire 400 μ S après l'arrivée de l'information apparue sur (9) parvient sur la borne (11) pour forcer le retour à zéro des bascules H, J et R puis désarmer la bascule CD.

- si le compteur n'est pas plein le signal de fin d'opération émis par le tiroir auxiliaire déclanche le deuxième temps de fonctionnement.

Arrivant sur (10) il franchit γ , A, B et B' pour engendrer à la sortie de E un nouveau créneau positif.

- . Un signal d'attente d'exécution apparaît sur (14)
- . Un ordre d'asservissement de tous les capteurs apparaît sur (4).
- . Le compteur HJ passe dans l'état deux, ouvrant ainsi la seule porte M.

- au temps TROIS, les signaux de fin d'asservissement émis par les tiroirs accessibles (les autres émettent un ordre de rupture de séquence non exécuté), après avoir ramené le système en attente d'ordre, envoient sur (10) un nouveau créneau positif.

- . Un signal d'attente d'exécution apparaît sur (14)
- . Un ordre de remise à zéro de tous les circuits de mesure apparaît sur (15)
- . Un signal de fin d'exécution apparaît sur (9)
- . Le compteur HJ passe dans l'état trois, ouvrant ainsi la seule porte N.

- au temps QUATRE, le signal de fin d'opération émis par le tiroir auxiliaire remet le système en attente d'ordre et applique sur (10) un troisième créneau positif

- . Un signal d'attente d'exécution apparaît sur (14)
- . Un ordre d'ouverture des portes de mesure apparaît sur (7) sous la forme

d'un créneau positif et sur (15) sous la forme d'un créneau négatif.

- . Un signal de fin d'exécution apparaît sur (9).
- . Le compteur HJ retombe à zéro au moment où, grâce à la chaîne PQQ' le créneau positif issu de N fait passer la bascule R dans l'état UN, les portes K, T, V, X et Z sont alors ouvertes.
- . Le tiroir auxiliaire ramène le système en attente d'ordre et émet un signal de fin d'opération qui n'est pas transmis (cf § 4254).

- au temps CINQ, le signal émis par le générateur de rampe (cf § 4254), est appliqué sur (16) pour provoquer l'émission par E d'un nouveau créneau positif.

- . un signal d'attente d'exécution apparaît sur (14)
- . un ordre de fermeture des portes de mesure apparaît sur (7) et sur (15)
- . un signal de fin d'exécution est émis par (9)
- . le compteur HJ passe dans l'état UN, ouvrant ainsi la seule porte L.

- au temps SIX, l'impulsion de fin d'opération émise par le tiroir auxiliaire revient sur (10)

- . Un nouveau signal d'attente d'exécution apparaît sur (14)
- . Un ordre de déclenchement de la conversion analogique-digitale apparaît sur (15).
- . Un signal de fin d'opération apparaît sur (9)
- . Le compteur HJ passe dans l'état deux, ouvrant ainsi la seule porte M

- au temps SEPT, l'impulsion de fin d'opération émise par le tiroir auxiliaire est à nouveau appliquée sur (10) pour donner

- . Un signal d'attente d'exécution sur (14)
- . Un ordre d'isolement des capteurs (créneau négatif sur la borne 3)
- . Le passage du compteur HJ dans l'état trois ouvrant la seule porte M

- au temps HUIT, le signal de fin d'isolement émis par les tiroirs de liaison applique une dernière impulsion positive sur (10)

- . (14) émet un dernier signal d'attente d'exécution
- . un avis de fin de première phase apparaît sur (8)
- . un dernier signal de fin d'exécution apparaît sur (9)
- . la bascule CD est désarmée par le créneau positif issu de T
- . les trois bascules H, J et R retombent à zéro, ce qui ramène le microprogramme de première phase dans son état initial, prêt à recevoir un nouvel ordre de déclenchement.

Réalisation pratique

La figure 428 représente les deux plaquettes imprimées constituant le microprogramme de la première phase des mesures. Le tableau 424, lui, précise les conditions d'essai et les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes.

4253 - Microprogramme de seconde phase

La seconde phase d'une séquence de mesure intéressant successivement tous les capteurs, elle est en tous points identique aux microprogrammes de déplacement (cf § 423). Elle utilisera donc un sous-ensemble de même nature (cf fig. 423) fonctionnant dans les mêmes conditions.

4254 - Sous-ensemble d'aiguillage

Schéma de principe

La figure 429 représente le sous-ensemble d'aiguillage dont les équations logiques s'écrivent :

$$\begin{aligned}
 A &= 3 + \overline{E} A & 15 &= C = \overline{4} A & E &= \delta C & 14 &= D' = \overline{D} = 4 + A + F + \\
 F &= \overline{5} + \overline{M}' F = 5 + M F & & & & & 12 &= J = \overline{F}.4 \\
 & & 11 &= J' = \overline{J}^* = \overline{F}.4^* & & & & \\
 16 &= N = \overline{7}.F & & & 13 &= H' = \overline{H} = 6 + G & & \\
 K &= \delta J & L &= \delta N & M' &= \overline{M} = K + L & & \\
 P &= 9 + \overline{8} P & & & 10 &= T = \delta S & &
 \end{aligned}$$

Fonctionnement

Dans l'état initial les bascules AB, FG et PQ sont désarmées ($A = F = P = 0$) la porte D est donc ouverte.

Les signaux de fin d'opération émis par le tiroir auxiliaire (créneaux négatifs appliqués sur 4) franchissent D et D' pour donner sur (14) des signaux négatifs à destination des bornes (423,5) et (427,10). Ils restent sans effet puisque ces microprogrammes n'ont pas reçu d'ordre de déclenchement.

Après le démarrage, sur un ordre venu de l'extérieur, du microprogramme 1ère phase, les signaux appliqués sur (4) et émergeant sur (14) font progresser le générateur (fig. 427) jusqu'au moment où celui-ci émet, au temps QUATRE, un ordre d'ouverture des portes de mesure et un signal de fin d'exécution.

- l'ordre d'ouverture, créneau positif appliqué sur (9) arme la bascule statique PQ, fermant ainsi la porte D et déclanchant le générateur de rampe R.

- 400 microsecondes après le signal de fin d'exécution le tiroir auxiliaire met le système en "attente d'ordre" et applique sur (4) une impulsion négative qui

n'est pas transmise puisque D est fermée.

A la fin de la période de mesure le basculement du comparateur S provoque l'émission par T d'un créneau positif qui, émergeant sur (10) va, sur la borne (427,16), déclancher le temps CINQ de la première phase. Le système passe en attente d'exécution et la borne (427,6) émet un créneau positif de fermeture des portes de mesure. Ce signal, appliqué sur (8), désarme PQ, arrêtant le générateur de rampe et ouvrant la porte D.

Le signal de fin d'opération qui apparaît sur (4) avec un retard de $400\mu\text{S}$, peut alors franchir D et déclancher le temps SIX de la première phase.

Au temps HUIT, un signal de fin de séquence émis par (427,8) est appliqué sur (3) pour armer la bascule AB, fermer D et ouvrir C. Le signal de fin d'opération qui le suit à $400\mu\text{S}$ peut alors franchir C pour

- donner sur (15) un ordre de déclenchement de la deuxième phase.
- désarmer, grâce au retardeur E, la bascule AB, ouvrant de nouveau D et fermant C.

La deuxième phase commence à se dérouler et, au temps DEUX, la borne (423,9) applique sur (5) un ordre de mesure qui arme la bascule FG, fermant D et ouvrant les portes H, J et N.

- les créneaux négatifs appliqués par l'unité de traitement sur la borne (6) peuvent alors, à travers H et H' émerger sur (13) pour provoquer la lecture des résultats recueillis par le premier capteur.

- à l'arrivée de la douzième de ces impulsions le tiroir T_1 émet un avis de fin d'exécution qui, à travers le tiroir auxiliaire, atteint la borne (4) pour donner à la sortie de J un créneau positif :

- . émergeant sur (12) ce signal déclanche le traitement par la calculatrice des chiffres qu'elle vient de recevoir
- . émergeant sur (11), il met le système en attente d'exécution.
- . franchissant K, M et M' il désarme la bascule FG, ouvrant de nouveau D.

A la fin de la période de traitement des données, l'unité de calcul émet un signal de fin d'opération qui, appliqué sur (4) et émergeant sur (14) déclanche le troisième temps de la phase d'acquisition des données.

Le même processus se répète aux temps SIX, DIX et QUATORZE de la deuxième phase de mesure.

Lorsqu'un ordre de rupture de séquence est appliqué sur la borne (7), il n'a d'effet que si la bascule FG est armée (pendant les périodes de lecture des informations recueillies par un capteur). Il franchit alors N, émet sur (16) un ordre de saut inconditionnel à destination de l'unité de calcul puis, à travers L, M et M', vient désarmer FG. Le signal de fin d'opération qui le suit avec un retard de 400 microsecondes peut alors atteindre le microprogramme de seconde phase qui poursuit alors la séquence de lecture des données des autres capteurs.

Réalisation pratique

La figure 4210 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble d'aiguillage dont le tableau 425 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

426 - Microprogramme d'identification de l'essai

4261 - Schéma de principe

La figure 4211 représente le schéma électrique du sous-ensemble d'identification de l'essai dont les équations logiques s'écrivent :

$$\begin{array}{lll}
 B = \overline{D} T & & A' = \overline{A} = 8 + B = 8 + E T \\
 7 = \overline{E} = D = P + A D & F = \overline{D} \delta A' & 9 = \overline{F + S}^* \\
 3 = L' = \overline{L}^* = \overline{F J K}^* & \text{impulsion } \overline{2}^* & \\
 M = F J \overline{K} & \text{impulsion } 1 & \\
 4 = N' = \overline{N}^* = \overline{F \overline{J} \overline{K}}^* & \text{impulsion } \overline{0}^* & \\
 5 = P = F J K & \text{impulsion } 3 & 6 = P' = \overline{P} \\
 C = \overline{10} E & V = X + V \overline{M} & 11 = Q = \overline{10} W \\
 13 = U' = \overline{U} = 12 + V & & S = \overline{16} W \quad 14 = S'' = \overline{S}^* \\
 & T' = \overline{T} = 16 + W & \\
 R' = \overline{R} = Q + S & & X = \Delta R'
 \end{array}$$

4262 - Fonctionnement

La comparaison des figures 4211 et 4205 montre que les parties supérieures des deux schémas sont en tous points identiques à ceci près que la sortie de M, au lieu d'être accessible de l'extérieur, agit directement sur la bascule VW.

Dans l'état initial les bascules VW et DE sont désarmées ($W = E = 0$), les portes B, C, Q, S et U sont fermées alors que T est ouverte, les créneaux de fin d'opération appliqués sur (15) franchissent T et T' mais sont arrêtés par B. Les ordres de rupture de séquence appliqués sur (10) sont arrêtés par C et Q.

Fonctionnement normal

Le déroulement de la séquence d'identification est en tous points analogue à celui décrit § 4242 sauf en ce qui concerne le deuxième temps qui se trouve décomposé en plusieurs phases de la façon suivante :

- dans la première phase, le signal de fin d'asservissement émis par le tiroir auxiliaire arrive sur (15), franchit T, T' et B pour donner :

- . Sur (9) un avis d'attente d'exécution

- . Sur M un créneau positif de commande de l'identification

- dans la deuxième phase l'ordre émis par M vient armer la bascule VW, donc fermer la porte T et ouvrir Q, S et U.

- . Les créneaux de lecture appliqués sur (12) franchissent N pour donner sur (13) à la sortie de N', les impulsions d'identification destinées au tiroir auxiliaire.

- dans la troisième phase, l'avis de fin d'identification émis par le tiroir auxiliaire à l'arrivée de la 32ème impulsion d'identification revient sur (15) franchit S pour :

- . Donner sur (14) un créneau négatif ordonnant à la calculatrice l'impression des chiffres relevés dans la deuxième phase.

- . Donner sur (9) un avis d'attente d'exécution.

- . Désarmer VW à travers la chaîne RR'X.

L'avis de fin d'impression émis par la calculatrice revient sur (15) pour déclancher à travers T, T' et B le troisième temps de la séquence d'identification.

Fonctionnement sur rupture de séquence

Lorsqu'un ordre de rupture de séquence est appliqué sur (10), il a deux effets :

- à travers C il met le compteur JK dans l'état trois avant que le signal de fin d'opération qui le suit avec un retard de $400\mu\text{S}$ ne provoque l'émission d'un avis de fin d'identification.

- à travers Q, lorsque la bascule VW est armée, il envoie un créneau positif sur (11), ordonnant ainsi à la calculatrice d'effectuer un saut inconditionnel, puis, à travers la chaîne RR'X il désarme la bascule VW ouvrant ainsi la porte T au signal de fin d'opération qui, le suivant à $400\mu\text{S}$, doit pouvoir atteindre B afin d'émettre l'avis de fin d'identification.

4263 - Réalisation pratique

La figure 4212 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble d'identification dont le tableau 426 donne par ailleurs les caractéristiques et les conditions d'essai.

43 - ELEMENTS DE PROGRAMMATION

431 - Généralités

4311 - Fonctions

Les éléments de programmation ont pour rôle essentiel de définir le mode d'enchaînement des microprogrammes et de permettre une modification aisée de ce mode d'enchaînement.

4312 - Composition

Les circuits de programmation sont répartis en sept blocs élémentaires :

- trois sous-ensembles de contrôle des déplacements
- un sous-ensemble de contrôle de l'identification
- un sous-ensemble de contrôle des mesures
- deux sous-ensembles de modification des enchaînements.

432 - Sous-ensemble de contrôle des déplacements

4321 - Schéma de principe

La figure 431 représente le schéma électrique d'un sous-ensemble de contrôle des déplacements dont les équations logiques s'écrivent :

$$\begin{array}{lll}
 H = \overline{6} & J = \overline{7} \cdot \overline{H} = 6 \cdot \overline{7} & K = \overline{5 + J} \\
 M = \overline{K} \cdot \overline{L} = L (5 + 6 \cdot \overline{7}) & N = \overline{K} \cdot \overline{L} = \overline{L} (5 + 6 \cdot \overline{7}) & \\
 11 = V = 7 \cdot M = 5 \cdot 7 \cdot L & U = \overline{7} \cdot M = \overline{7} M = \overline{7} (5 + 6) L & \\
 P = T + \overline{N} P = \overline{Q} & X' = \overline{X} = 12 + 13 + U & Y = C + XY = \overline{Z} \\
 10 = R = \overline{8} Q & 9 = S = \overline{8} P & T = \Delta R \\
 14 = b = \overline{8} Y & 15 = a = \overline{8} Z & c = \Delta a
 \end{array}$$

4322 - Fonctionnement

Dans l'état initial les décades B et C sont à zéro, la porte N est ouverte, 1 bascules PQ et YZ sont désarmées ($Q = Z = 0$), les portes S et b sont ouvertes.

Les signaux de fin d'opération appliqués par le tiroir auxiliaire sur la borne (8) émergent sur les bornes (9) et (14) mais ils restent sans effet puisque les microprogrammes correspondants n'ont pas reçu d'ordre de déclenchement.

Fonctionnement du circuit de progression

Un ordre extérieur, créneau positif appliqué sur (5), franchit K et N pour armer la bascule PQ, donc fermer S et ouvrir R. Le signal de fin d'opération qui ap-

paraît sur (8) avec un retard de $400\mu\text{S}$ franchit R pour donner sur (10) un ordre de déclenchement du microprogramme de progression avant de désarmer la bascule PQ à travers le retardeur T.

Les signaux suivants arrivant sur (8) et émergeant de (9) provoquent le déroulement du microprogramme de progression dont la dernière impulsion, appliquée sur (4) fait croître d'une unité le contenu du compteur BC.

Un ordre interne de progression, créneau positif appliqué sur (6) et inversé par H, franchit J ouverte par (7) en fonctionnement automatique et se comporte ensuite comme l'ordre extérieur appliqué sur (5).

Lorsque le compteur BC est plein, la porte N se ferme alors que M s'ouvre, l'ordre de progression appliqué sur (5) ou (6) n'est pas exécuté puisqu'il ne peut armer PQ. Par contre il donne à la sortie de M' un créneau négatif qui :

- . en fonctionnement commandé (7 au niveau logique UN), donne sur (11) à la sortie de V un ordre de déclenchement de la séquence suivante.
- . en fonctionnement automatique (7 au niveau logique ZERO), franchit U pour déclencher le microprogramme de remise à zéro.

Fonctionnement du circuit de remise à zéro

Lorsque le microprogramme d'initialisation applique un créneau positif sur (12) ou qu'un ordre extérieur arrive sur (13) ou encore, en fonctionnement automatique, que le compteur BC est plein, X' émet un créneau positif qui arme YZ, fermant b et ouvrant a. Le signal de fin d'opération qui arrive sur (8) avec un retard de $400\mu\text{S}$ peut alors franchir a pour donner :

- . sur (15) un ordre de déclenchement du microprogramme de remise à zéro.
- . à travers le retardeur c un ordre de désarmement de YZ.

Les signaux suivants arrivant sur (8) et ressortant sur (14) provoquent alors le déroulement normal du microprogramme de remise à zéro, dont la dernière impulsion, appliquée sur (3), provoque le retour à zéro du compteur BC.

4323 - Réalisation pratique

La figure 432 représente les deux plaquettes imprimées constituant un sous-ensemble de contrôle des déplacements dont le tableau 431 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

433 - Sous-ensemble de contrôle des identifications

4331 - Schéma de principe

La figure 433 représente le schéma électrique du sous-ensemble du contrôle

des identifications admettant pour équations logiques :

$$\begin{aligned}
 a &= \overline{18 + 19} & b &= \overline{20} (18 + 19) & c' &= \overline{c} = 21 + \overline{20} (18 + 19) \\
 \overline{e} &= d = h + cd \\
 17 &= f = \overline{16} e & 15 &= g' = \overline{g} = 16 + e \\
 C &= \overline{8} & D &= 8.\overline{9} & E &= \overline{11} & F &= \overline{10.11} \\
 G &= \overline{T + D + F} & J &= \overline{4 + 5} \\
 3 &= K = \overline{A} \overline{B} (4 + 5) & \text{impulsion zéro} \\
 L &= A \overline{B} (4 + 5) & \text{impulsion UN} \\
 M &= A B (4 + 5) & \text{impulsion deux} & 6 &= M' = \overline{M}^* & 7 &= M'' = \overline{M}^* \\
 S' &= \overline{S} = L + M = (4 + 5) A & T &= \delta S' \\
 \overline{P} &= N = V + M + N \overline{L} & Q &= \overline{12} P & 13 &= R = \overline{Q}^* \\
 U &= \overline{14} P & V &= \delta U
 \end{aligned}$$

4332 - Fonctionnement

Contrôle de l'identification de l'essai

Dans l'isolement normal la bascule d-e est désarmée ($d = 0$), la porte f est ouverte aux signaux de fin d'opération appliqués par le tiroir auxiliaire sur la borne (16) et qui, émergeant de (17), vont attaquer le microprogramme d'identification de l'essai (cf § 426). Ils restent sans effet puisque celui-ci n'a pas reçu d'ordre de déclenchement.

Lorsqu'un ordre extérieur d'identification arrive sur (21) ou, en fonctionnement automatique (20 au niveau logique ZERO), lorsque des signaux de fin de déplacement du tube atteignent (18) ou (19), l'inverseur C' émet un créneau positif armant d-e, la porte f se ferme tandis que g laisse passer le signal arrivant sur (16) avec un retard de 400 microsecondes pour donner sur (15) un ordre de déclenchement du microprogramme de l'essai avant de désarmer d-e grâce au retardeur h.

Contrôle de l'identification des capteurs

Dans l'état normal le compteur AB est à zéro, la bascule NP est désarmée ($P = 0$), la porte K est la seule ouverte.

Les avis de fin de déplacement appliqués sur (4) ou (5) par les sous-ensembles de contrôle des mouvements franchissent J et K, ressortent sur (3) et atteignent les microprogrammes de commande des déplacements des capteurs qui n'en tiennent pas compte, n'ayant reçu aucun ordre de déclenchement.

Supposons maintenant que le microprogramme de translation des capteurs ait été déclenché, les signaux apparaissant sur (3) provoquent son déroulement :

Au temps Deux un ordre de translation du premier capteur arrive sur (11) et, si l'identification des capteurs est demandée après chaque translation (10 au niveau logique ZERO) ce signal franchit F et G, met le compteur AB dans l'état UN, ouvrant la seule porte L.

Le signal de fin de translation émis par le capteur 1 arrive sur (5) via le sous-ensemble de contrôle, franchit J et L pour :

- armer la bascule NP, ouvrant ainsi la porte Q aux créneaux de lecture qui, appliqués sur (12), émergent sur (13)
- à travers le chaîne SS'TG, faire passer le compteur AB dans l'état deux, ouvrant ainsi la seule porte M.

Le signal de fin d'identification arrivant sur (5) franchit J et M pour :

- désarmer NP, refermant ainsi la porte Q
- émettre sur (7) un signal d'attente d'exécution
- déclancher, au moyen du créneau négatif émis par (6), l'impression de l'identité du capteur.
- à travers la chaîne SS'TG, ramener le compteur AB à zéro, ouvrant de nouveau la seule porte K.

Le signal de fin d'impression émis par la calculatrice, revenant sur (5) peut alors franchir J et K pour déclancher le troisième temps de la séquence de translation.

Le même processus se reproduit aux temps 6, 10 et 14 de la séquence de translation et, lorsque (9) est au niveau logique ZERO, aux temps 1, 6, 10 et 14 de chaque séquence de rotation.

Lorsqu'un ordre de rupture de séquence est émis pendant que NP est armée il franchit U pour :

- émettre sur (22) un ordre de saut inconditionnel destiné à la calculatrice
- remettre le compteur AB à zéro.
- désarmer NP à travers le retardeur V

Le signal de fin d'opération qui le suit avec un retard de 400 μ S peut alors émerger de (3) et provoquer le fonctionnement du sous-ensemble de déplacement en rupture de séquence.

4333 - Réalisation pratique

La figure 434 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de contrôle de l'identification dont le tableau 432 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.



434 - Sous-ensemble de contrôle des mesures

4341 - Schéma de principe

La figure 435 représente le schéma électrique du sous-ensemble de contrôle des mesure admettant pour équations logiques :

$$A = \overline{6 + 7 + 8}$$

$$B = \overline{9} (6 + 7 + 8)$$

$$C' = \overline{C} = 10 + 11 + \overline{9} (6 + 7 + 8)$$

$$D = \overline{E} = H + C D$$

$$3 = F = \overline{5} E$$

$$H = \delta F$$

$$4 = G = \overline{5} D$$

$$J = \overline{11}$$

$$P = \overline{12}$$

$$14 = N = 12. \overline{13}$$

4342 - Fonctionnement

Dans l'état normal le compteur KL à deux décades est à zéro maintenant la seule borne (15) au niveau logique zéro, la bascule DE est désarmée ($E = 0$), la porte G est ouverte.

Lorsqu'un ordre extérieur est appliqué sur (10) ou, en fonctionnement automatique (borne 9 au niveau logique ZERO), lorsqu'une impulsion arrive sur (6), (7) ou (8), c' émet un créneau positif qui arme DE, ouvrant F et fermant G.

Le signal de fin d'opération émis par le tiroir auxiliaire avec un retard de 400 μ S arrive sur (5), franchit F, et, émergeant de (3), il va déclancher la première phase de la séquence de mesure (cf § 4252) avant de désarmer DE à travers le retardeur H.

Au temps UN de la première phase la borne (427,5) applique sur (12) une impulsion de test du compteur qui ne peut franchir N si le commutateur de mode ne réunit pas (12) à (15).

Le signal de fin d'opération qui arrive 400 μ S plus tard sur (5) ressort sur (4) pour agir sur le sous-ensemble d'aiguillage (cf § 4254) et déclancher le second temps de la première phase.

A la fin de la séquence de mesure, le microprogramme 2ème phase émet un signal de fin d'opération qui appliqué sur (11), franchit J pour faire progresser le compteur KL d'une unité avant d'aller, à travers C et C' armer DE pour déclancher une nouvelle séquence de mesure.

Supposons que le commutateur de mode court-circuite les bornes (13) et (16) la séquence de mesure va se répéter 10 fois et le dixième signal de fin de mesure arrivant sur (11) va amener le compteur KL dans l'état DIX, ouvrant ainsi la porte N à travers le commutateur du nombre de pas.

Le onzième ordre de test du compteur va alors ramener KL à zéro et émettre sur (14) un signal de fin de mesure qui, entre autres, fera revenir le microprogramme première phase dans son état initial.

4343 - Réalisation pratique

La figure 436 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de contrôle des mesures dont le tableau 433 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

435 - Sous-ensembles de modification des enchaînements

4351 - Fonctions

Au nombre de trois, les sous-ensembles de modification des enchaînements permettent à l'opérateur de choisir le mode de fonctionnement de l'installation et de définir l'ordre de succession des instructions d'un programme.

Le sous-ensemble sélecteur de mode réalise les combinaisons logiques nécessaires aux modifications.

Le sous-ensemble d'entrée reçoit les 11 avis de fin de microprogramme élémentaire (représentés sur la figure 411 par les entrées des inverseurs C_1 à C_{11}), et permet leur transmission à la matrice de programmation dans certaines conditions.

Le sous-ensemble de sortie, lui, reçoit les dispositifs de déclenchement des huit microprogrammes élémentaires plus un dispositif spécial de sélection de mode.

4352 - Sous-ensemble sélecteur de mode

Schéma de principe

La figure 437 représente le schéma électrique du sous-ensemble sélecteur de mode qui admet comme équations logiques :

$$\begin{aligned}
 A &= \overline{1} & B &= \overline{2} & C &= \overline{3} & D &= \overline{4} & 10 = E &= \overline{5} \\
 F &= \overline{6} & G &= \overline{7} & H &= \overline{8} \\
 11 = J &= \overline{5.6.9} & K &= \overline{5.6.7} & L &= \overline{5.6.8} \\
 12 = M' &= \overline{M} = K + L = \overline{5} (\overline{6.7} + \overline{6.8}) \\
 N &= \overline{5.6} & P &= \overline{\overline{1} + \overline{3} + \overline{4} + \overline{5.6}} & Q &= 7 \overline{P} = 7 (\overline{1} + \overline{3} + \overline{4} + \overline{5.6}) \\
 T &= \overline{2.7} & U &= \overline{4.8} & W = \overline{V} &= T + U + W\overline{Z} & 15 = V \\
 Y &= W \delta 14 & 13 = X' &= \overline{X} = Q + Y \\
 16 = R &= 1.2.5 & 19 = S &= 1.2 & 18 = S' &= \overline{S} & 17 = R' &= 4.5
 \end{aligned}$$

Fonctionnement en mode automatique

Dans cet état, correspondant au fonctionnement normal de l'installation, l'entrée (1) est au niveau logique zéro, les bornes (2) à (5) sont au niveau logique UN.

L'inverseur A applique un niveau logique UN sur les entrées des portes P, R et S. Les bornes (16) et (19) sont au niveau logique ZERO, les bornes (17) et (18) au niveau

logique UN. La porte Q ouverte par P, laisse passer les créneaux positifs de fin d'opération appliqués sur (7) par le tiroir auxiliaire et inversés par G. Il en résulte, à travers X et X' l'émission par (13) d'un créneau positif déclanchant l'opération suivante :

Fonctionnement en mode manuel

Dans cet état, correspondant au déclanchement manuel de chaque opération élémentaire après l'exécution de l'instruction précédente, la borne (2) est au niveau logique zéro, les bornes (1), (3), (4) et (5) sont au niveau logique UN.

L'inverseur B applique un niveau UN sur les entrées des portes R et S, les bornes (16) et (19) sont au niveau logique zéro, les bornes (17) et (18) sont au niveau logique UN.

La porte T, ouverte par (2), permet aux créneaux positifs appliqués sur (7) d'armer la bascule statique VW, allumant ainsi le voyant connecté à (15) et déverrouillant le générateur Y.

Le système étant en "attente d'ordre", l'opérateur dispose de 250 secondes pour agir sur le poussoir connecté à (14) et déclancher à la sortie de Y un créneau positif qui :

- à travers X et X', émet sur (13) l'ordre d'exécution de l'instruction suivante.
- à travers Z, vient désarmer la bascule statique VW.

Fonctionnement en séquence spéciale

Dans ce mode de fonctionnement automatique avec enchaînement particulier des microprogrammes, la borne (3) est la seule des entrées (1) à (5) à être maintenue au potentiel zéro.

Les bornes (16), (17) et (19) sont au niveau logique UN, (18) est au niveau logique zéro.

La porte Q, ouverte par l'inverseur C agissant sur P, laisse passer les signaux de fin d'opération appliqués sur (7) et qui peuvent ainsi émerger sur (13).

A cause de la présence d'un niveau logique UN sur la borne (18) les signaux de fin de séquence émis par les microprogrammes ne peuvent s'enchaîner dans l'ordre normal. Par contre la matrice de programmation, rendue active par les bornes (16) et (17), commande seule l'enchaînement.

Fonctionnement manuel en séquence spéciale

Dans cet état permettant le déclanchement manuel d'une séquence après l'achèvement de la précédente, la borne (4) est la seule des entrées (1) à (5) à se trouver au niveau logique zéro.



Le fonctionnement est en tous points comparable au précédent à ceci près que la matrice de programmation, à la fin de certaines séquences, applique un créneau positif sur la borne (8). Après inversion par H, ce signal franchit U ouverte par (4) et déverrouille le générateur y.

Le système étant en "attente d'ordre", l'opérateur dispose de 250 secondes pour agir sur le poussoir connecté à (14) et déclancher, à travers Y, X et X', l'apparition sur (13) d'un créneau positif d'enchaînement.

Fonctionnement sous contrôle extérieur

Dans cet état, correspondant au pilotage de l'installation par l'unité de traitement, seule l'entrée (5) est maintenue au niveau logique ZERO.

La borne (19) est au niveau logique UN, les bornes (16), (17) et (18) sont au niveau logique zéro.

Supposons que l'unité de traitement émette l'ordre d'exécution d'une instruction élémentaire, la borne (6) est au niveau logique ZERO.

La porte N, fermée par F, bloque la porte Q à travers P dont les quatre entrées sont au niveau logique zéro. Les signaux appliqués sur (7) ne peuvent atteindre (13). Par contre ils franchissent K, M et M' pour donner sur (12) un créneau positif réclamant l'envoi par l'unité de traitement de l'instruction suivante :

Si, avant l'arrivée du signal sur (7), la baie d'électronique envoie sur (9) un ordre de rupture de séquence, celui-ci franchit J pour donner sur (11) un ordre de saut inconditionnel et le créneau qui arrive sur (7) 400 microsecondes plus tard émerge sur (12) pour demander la suite du programme modifié.

Supposons maintenant que l'unité de traitement émette l'ordre d'exécution d'une séquence élémentaire, la borne (6) est maintenue au niveau UN pendant toute la durée de cette séquence.

La porte N imposant un niveau UN sur l'une des entrées de P, la porte Q, ouverte laisse parvenir à la borne (13) les signaux de fin d'opération appliqués sur (7).

La matrice de programmation envoie, à la fin de chaque séquence, un créneau positif sur (8). Après inversion par H, ce signal franchit LM et M' pour donner sur (12) un créneau positif demandant l'envoi de l'instruction suivante.

Réalisation pratique

La figure 438 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble sélecteur de mode dont le tableau 434 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

4353 - Sous-ensemble d'entrée

Schéma de principe

La figure 439 représente le schéma de principe du sous-ensemble d'entrée admettant pour équations logiques :

$$\begin{aligned} \bar{y} = y' = y'' = \overline{23} & \quad 24 = \overline{2 + 4 + 6 + 8 + 10 + 12 + 14 + 16 + 18 + 20 + 22} \\ 1 = A = 2.23 & \quad 3 = C = 4.23 & \quad 5 = E = 6.23 \\ 7 = G = 8.23 & \quad 9 = J = 10.23 & \quad 11 = L = 12.23 \\ 13 = N = 14.23 & \quad 15 = Q = 16.23 & \quad 17 = S = 18.23 \\ 19 = U = 20.23 & & \quad 21 = W = 22.23 \end{aligned}$$

Fonctionnement

Chaque fois qu'une impulsion de fin de séquence arrive sur l'une des bornes paires elle donne naissance à un créneau négatif sur la borne (24) à la sortie de la porte Z Z' Z'' à onze entrées.

Si la borne (23) est au niveau logique UN (modes de fonctionnement TROIS et QUATRE), l'impulsion arrivant sur une entrée paire (par exemple sur la borne 16) ressort sur la borne impaire correspondante (ici borne 15) sous la forme d'un créneau positif après avoir franchi un inverseur (ici R), une porte (ici Q ouverte par Y) et un expandeur (ici d₈).

Les expandeurs d₁ à d₁₁ constituent la moitié de circuits NOR dont les autres entrées sont situées sur les décodeurs des instructions émises par l'unité de traitement.

Réalisation pratique

La figure 4310 représente les deux circuits imprimés constituant le sous-ensemble d'entrée dont le tableau 435 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

4354 - Sous-ensemble de sortie

Schéma de principe

La figure 4311 représente le schéma électrique du sous-ensemble de sortie admettant pour équations logiques :

$$\begin{aligned} A &= \overline{22.23} & A' &= \bar{A} = 22 + 23 \\ B &= AF = \overline{22.23} F & C &= \bar{B} \\ E &= \bar{F} = \overline{18.19 + 20 + HE} & 21 &= G = AE = \overline{22.23} E & H &= \delta G \\ J &= \bar{K} = 15 + \bar{M}J & 16 &= L = BJ & M &= \delta L \\ N &= \bar{P} = 13 + \bar{R}N & 14 &= Q = BN & R &= \delta Q \\ S &= \bar{T} = 11 + \bar{V}S & 12 &= U = BS & V &= \delta U \end{aligned}$$

$$W = \bar{X} = 9 + \bar{Z}W$$

$$10 = Y = BW$$

$$Z = \delta Y$$

$$a = \bar{b} = 7 + \bar{d}a$$

$$8 = c = Ba$$

$$d = \delta c$$

$$e = \bar{f} = 5 + \bar{h}e$$

$$6 = g = Be$$

$$h = \delta g$$

$$j = \bar{k} = 3 + \bar{m}j$$

$$4 = l = Bj$$

$$m = \delta l$$

$$n = \bar{p} = 1 + \bar{r}n$$

$$2 = q = Bn$$

$$r = \delta q$$

Fonctionnement

Dans les modes de fonctionnement UN et DEUX, les bornes (18) et (23), au niveau logique UN, interdisent tout fonctionnement du circuit.

Dans le mode TROIS, seule la borne (23) est au niveau logique ZERO, la porte A est ouverte, la porte D est fermée.

Supposons qu'un signal de fin de séquence soit émis par la baie d'électronique, le sous-ensemble d'entrée envoie sur (19) un créneau négatif qui ne pourra franchir D et la bascule EF, restant au repos maintiendra la porte B ouverte. A l'instant où arrive le signal sur (19), apparaît sur l'une des bornes impaires (par exemple sur la borne (9)) un créneau positif engendré par la matrice de programmation. Ce signal arme la bascule correspondante (ici la bascule WX) et ouvre la porte de sortie (ici la porte Y).

400 microsecondes plus tard un créneau positif apparaît sur (22), franchit A (ouverte par 23), A', B (ouverte par E), le transistor C pour donner à la sortie de la seule porte (ici la porte y) un créneau positif qui émerge du montage (ici sur la borne 10) pour déclencher la séquence demandée avant de désarmer la bascule à travers un générateur de créneaux (ici le générateur Z).

Dans le mode QUATRE, la borne (23) est encore au niveau logique zéro et la borne (18) au niveau logique ZERO. Le fonctionnement est analogue à celui du mode précédent mais chaque signal de fin de séquence, outre son action sur l'une des bascules à travers la matrice de programmation, engendre, à travers le sous-ensemble d'entrée, un créneau négatif qui, appliqué sur (19), franchit D (ouverte par 18) et la diode d pour armer la bascule statique EF, ouvrant ainsi la porte G et fermant B.

Le créneau négatif qui arrive sur (22) avec un retard de 400 microsecondes franchit A et A' pour donner à la sortie de G un créneau positif émergeant de (21) avant de désarmer EF à travers le retardeur H, donc de refermer G et de rouvrir B.

L'action de l'opérateur sur le poussoir de déclenchement appliquera sur (22) un créneau négatif qui, n'étant pas arrêté par B, pourra, à travers C, franchir la seule porte ouverte (porte y dans l'exemple choisi) et déclencher la nouvelle séquence du programme.

Dans le mode CINQ, les deux bornes (18) et (23), au niveau logique ZERO, ouvrent les portes A et D.

A la fin de chaque séquence le sous-ensemble d'entrée applique sur (19) un créneau négatif qui, à travers D (ouverte par 18) et d, vient armer la bascule EF.

Le signal de fin d'opération arrivant sur (22) avec un retard de 400 μ S franchit G et donne sur (21) un créneau positif qui, avant de désarmer EF à travers H, atteint la calculatrice pour lui réclamer une nouvelle instruction.

Si cette instruction commande une séquence elle agit sur l'une des entrées impaires du sous-ensemble 400 μ S avant d'appliquer sur (22) un créneau négatif de déclenchement.

Réalisation pratique

La figure 4312 représente les deux circuits imprimés constituant le sous-ensemble de sortie dont le tableau 436 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

44 - ELEMENTS DE LIAISON AVEC L'UNITE DE TRAITEMENT

441 - Généralités

4411 - Fonctions

Les éléments de liaison entre la baie d'électronique et l'unité de traitement ont un double rôle :

- fournir à l'unité de traitement les renseignements numériques et les instructions nécessaires à l'exploitation des résultats des mesures
- recevoir de l'unité de traitement les avis de fin d'opération et les instructions du programme de certains essais.

4412 - Composition

Les éléments de liaison avec l'unité de traitement sont logés dans quatre blocs élémentaires :

- un sous-ensemble d'émission des informations
- un sous-ensemble de réception des instructions
- deux sous-ensembles de décodage.

442 - Sous-ensemble de réception

4421 - Schéma de principe

La figure 441 représente le schéma électrique du sous-ensemble de réception

qui admet comme équations logiques :

$$\begin{aligned}
 H &= \overline{1} & J &= \overline{2} & K &= \overline{3} & L &= \overline{4} & Q &= \overline{5} \\
 M &= \overline{1.2.3.4.} & N &= \delta'M & P &= \delta'N = \delta M & P' &= \overline{p} \text{ (horloge)} \\
 R &= \delta'Q & S &= \delta'R = Q = \delta\overline{5} & S' &= \overline{S} \\
 6 = T &= \overline{F}.S = \overline{F} \delta \overline{5} & (\text{impulsion d } 4) \\
 7 = V &= \overline{D}.S = \overline{D} \delta \overline{5} & (\quad " \quad \text{d } 2) \\
 8 = W &= \overline{B}.S = \overline{B} \delta \overline{5} & (\quad " \quad \text{d } 1) \\
 X &= \overline{D.G}.S = \overline{D.G} \delta \overline{5} & (\quad " \quad 28) & 9 = Y &= \overline{X + W} \\
 10 &= \overline{A} & (\text{état } U_1) & 11 &= C & (\text{état } U_2) \\
 12 &= E & (\text{état } U_4) & 13 &= G & (\text{état } U_8) \\
 14 &= \overline{B} & (\text{état } D_1)
 \end{aligned}$$

4422 - Fonctionnement

Dans l'état initial les bascules A à F, organisées en trois registres à décalage à deux positions, sont toutes au repos ainsi que le bistable G. Les bornes (10) à (14) sont au niveau logique UN, les portes T à X sont fermées, imposant un niveau logique zéro sur les bornes (6) à (8) et un niveau logique UN sur la borne (9).

Les instructions et informations émises par l'unité de traitement se présentent sous la forme de trains de mots de cinq digits apparaissant comme des créneaux positifs longs appliqués aux bornes (1) à (5).

Le premier mot d'une instruction (représentant le chiffre des dizaines) émise par l'unité de traitement arrive sur les bornes (1) à (4) pour :

- attaquer directement les entrées j des quatre bistables A, C, E et G.
- agir, à travers les inverseurs H, J, K et L sur les entrées k de ces mêmes bistables.
- déclancher, à travers la porte M, le retardeur N, le générateur P et le buffer P' un créneau négatif d'horloge assurant l'enregistrement par A, C, E, G des niveaux logiques présents sur les bornes (1) à (4).

Le second mot (chiffre des unités), agit comme le premier et, en outre, il assure le glissement du contenu de A, C, E dans B, D, F au moment où sont enregistrés dans A, C, E, G les nouveaux états logiques des bornes (1) à (4).

Le troisième mot constitue l'ordre d'exécution de l'instruction. Il se présente sous la forme d'un créneau positif long appliqué sur la seule borne (5). Après avoir été inversé par Q et retardé par R, il engendre à la sortie de S un créneau po-

stif court qui, après inversion par S' franchit celle des portes T à X ouvertes par l'état des bistables A à G, pour donner un créneau positif sur les sorties correspondantes (bornes 6 à 8).

De plus si la bascule B est armée (porte W ouverte) ou si les bascules D et G ouvrent la porte X, il apparaît sur la borne (9) à la sortie de Y un créneau négatif interprété par l'installation comme un signal de fin d'opération émis par l'unité de traitement.

4423 - Réalisation pratique

La figure 442 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de réception dont le tableau 441 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

443 - Sous-ensemble de décodage

4431 - Schéma de principe

La figure 443 représente le schéma électrique d'un sous-ensemble de décodage admettant pour équations logiques :

$$\begin{aligned}
 A &= B = \overline{5} & (d_2 \text{ ou } d_4) & & K &= \overline{14} & (d_1) \\
 6 = C' = \overline{C} &= Q_1 + \overline{5} & (\text{instruction } 21 \text{ ou } 41) & & 7 = D' = \overline{D} &= Q_2 + \overline{5} & (\text{instruction } 22 \text{ ou } 42) \\
 8 = E' = \overline{E} &= Q_3 + \overline{5} & (\text{instruction } 23 \text{ ou } 43) & & 9 = F' = \overline{F} &= Q_4 + \overline{5} & (\text{instruction } 24 \text{ ou } 44) \\
 10 = G' = \overline{G} &= Q_5 + \overline{5} & (\text{instruction } 25 \text{ ou } 45) & & 11 = H' = \overline{H} &= Q_6 + \overline{5} & (\text{instruction } 26 \text{ ou } 46) \\
 & & & & 12 = J' = \overline{J} &= Q + \overline{5} & (\text{instruction } 27 \text{ ou } 47) \\
 15 = L' = \overline{L} &= a + \overline{14} & (\text{instruction } 11 \text{ ou } 12) & & 16 = M' = \overline{M} &= b + \overline{14} & (\text{instruction } 13 \text{ ou } 14) \\
 17 = N' = \overline{N} &= c + \overline{14} & (\text{instruction } 15 \text{ ou } 16) & & 18 = P' = \overline{P} &= d + \overline{14} & (\text{instruction } 17 \text{ ou } 18)
 \end{aligned}$$

Le premier jeu de possibilités correspond au sous-ensemble 443 A, le second au sous-ensemble 443 B.

4432 - Fonctionnement

L'ensemble de réception applique sur les bornes (1) à (4) des niveaux logiques représentant, en DCB, le chiffre des unités du numéro de l'instruction. Ces quatre signaux agissent sur les entrées du décodeur Nixie Q transformé en décodeur logique par la réunion de ses sorties N₀ à N₉ à la source + 3,6 V par l'intermédiaire de résistances de 1 kΩ, pour chaque état des bornes (1) à (4) il y a une sortie et une seule du décodeur qui se trouve maintenue au niveau logique zéro, ouvrant ainsi une seule des portes C à J et, éventuellement, une seule des portes L à P.

Lorsqu'un créneau positif est appliqué sur (5), il est inversé par A ou B, franchit celle des portes C à J qui est ouverte pour engendrer sur la sortie correspondante (bornes 6 à 13) un créneau négatif déclanchant l'exécution d'une instruction élé-

mentaire.

Lorsqu'un créneau positif est appliqué sur (14), il est inversé par K, franchit celle des portes L à P éventuellement ouverte pour donner sur la sortie correspondante (bornes 19 à 22) un créneau positif à destination du sous-ensemble 4311 après avoir traversé une cascade de deux inverseurs.

Les bornes (15) à (18), prises entre les deux inverseurs sont reliées aux lignes de sortie de la matrice de programmation et permettent ainsi la mise en parallèle des expanseurs situés sur le sous-ensemble 439.

433 - Réalisation pratique

La figure 444 représente les deux plaquettes imprimées constituant un sous-ensemble de décodage dont le tableau 442 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

44 - Sous-ensemble d'émission

441 - Schéma de principe

La figure 445 représente le schéma électrique du sous-ensemble d'émission admettant comme équations logiques :

$$J = \overline{H} = 12 + 13 + 14 + 15$$

$$K = 16 + \overline{17}$$

$$L = \overline{K} = \overline{16.17}$$

$$5 = T_1 = \overline{A'} = A = \overline{6 + J}$$

$$4 = T_2 = \overline{B'} = B = \overline{7 + L}$$

$$3 = T_3 = \overline{C'} = C = \overline{8 + L}$$

$$2 = T_4 = \overline{D'} = D = \overline{9 + L}$$

$$1 = T_5 = \overline{E'} = E = J + L + 10 + 11$$

$$N = L = \overline{21} N$$

$$W = \overline{20 + N}$$

$$19 = X = \overline{W} = 20 + N$$

$$Q = 17 + \overline{R} Q$$

$$R = \delta 21$$

$$T = \overline{S + Q}$$

$$18 = V = \overline{T} = \overline{21} + Q$$

442 - Fonctionnement

Dans l'état initial les bascules MN et PQ sont désarmées ($N = Q = 0$) les portes T et W sont ouvertes. Lorsque le tiroir auxiliaire ou les tiroirs de liaison envoient des signaux numériques à l'unité de traitement, ces informations arrivent sous la forme de créneaux positifs appliqués aux bornes (6) à (9), franchissent les portes A à D, les inverseurs A' à D' et les transistors T_1 à T_4 pour donner des créneaux négatifs sur les bornes (2) à (5).

Lorsque le tiroir pilote envoie un ordre de déclenchement du programme de calcul, ce signal arrive sous la forme d'un créneau positif appliqué sur l'une des bornes (10) ou (11). Il franchit la porte E, l'inverseur E' et le transistor T_1 pour donner un créneau négatif sur la borne (1).

A la fin de la période de calcul, l'unité de traitement applique sur (21), à travers le sous-ensemble de réception, un créneau positif qui, franchissant successivement S, T et V, donne sur (18) un créneau négatif de fin d'opération destiné au tiroir auxiliaire.

Lorsque le tiroir pilote envoie un ordre de saut du programme de calcul, ce signal arrive sous la forme d'un créneau positif appliqué sur l'une des bornes (12) à (15). Il franchit H et J puis les portes E et A, les inverseurs E' et A' et les transistors T₁ et T₅ pour donner des créneaux négatifs sur les bornes (1) et (5).

Lorsque le tiroir pilote envoie un ordre d'impression, ce signal arrive sous la forme d'un créneau négatif appliqué à la borne (16) et engendre à la sortie de l'inverseur L un créneau positif qui :

- arme la bascule MN, fermant la porte W aux créneaux de synchronisation appliqués sur (20) par l'unité de traitement.

- à travers les portes B à E, les inverseurs B' à E' et les transistors T₂ à T₅ donne un créneau négatif sur chacune des bornes (2) à (5).

A la fin de l'impression l'unité de traitement applique sur (21) un créneau positif qui désarme MN avant de ressortir sur la borne (18) sous la forme d'un créneau négatif.

Lorsque l'ordre d'impression est émis par le tiroir auxiliaire (pendant l'identification de l'essai), ce signal arrive sur (17) sous la forme d'un créneau positif qui :

- à travers K, L, les portes B à E, les inverseurs B' à E' et les transistors T₂ à T₅ provoque l'émission d'un créneau négatif par les bornes (2) à (5).

- à travers K et L, arme la bascule MN pour bloquer la transmission des signaux de synchronisation.

- arme PQ pour fermer la porte T.

Le signal de fin d'impression émis par la calculatrice ne peut franchir T mais il désarme MN puis, à travers le retardeur R, la bascule PQ. Les portes T et W étant de nouveau ouvertes l'identification se poursuit normalement.

443 - Réalisation pratique

La figure 446 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble d'émission dont le tableau 443 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

5 - ELEMENTS D'INTERFACE

451 - Généralités

4511 - Fonctions

Les éléments d'interface ont uniquement un rôle d'adaptateurs d'impédance entre le tiroir pilote et les autres sous-ensembles de la baie d'électronique. Leur présence est rendue indispensable par la faible sortance des éléments logiques RTL et par l'obligation de mettre en parallèle des expanseurs situés dans chacun des tiroirs élémentaires.

4512 - Constitution

Les circuits d'interface sont répartis en deux blocs élémentaires

- un sous-ensemble de commande des asservissements
- un sous-ensemble de commande des mouvements

452 - Sous-ensemble de commande des asservissements

4521 - Schéma de principe

La figure 451 représente le schéma électrique du sous-ensemble de commande des asservissements dont les équations logiques s'écrivent :

$$\begin{array}{lll} A = \overline{2} & B = \overline{D} = 13 + \overline{3} & 1 = C = A + B = \overline{2} + \overline{3} + 13 \\ E = \overline{5} & F = \overline{H} = 13 + \overline{6} & 4 = G = E + F = \overline{5} + \overline{6} + 13 \\ J = \overline{8} & K = \overline{M} = 13 + \overline{9} & 7 = L = J + K = \overline{8} + \overline{9} + 13 \\ N = \overline{11} & P = R = 13 + \overline{12} & 10 = Q = N + P = \overline{11} + \overline{12} + 13 \\ 14 = S = \overline{15} & & 16 = T' = T = \overline{17} \\ 18 = V = 19 & W = \overline{21} & X = \overline{22} \\ 20 = Z = Y = \overline{W + X} = 21.22 \end{array}$$

4522 - Fonctionnement

Asservissement des tiroirs de liaison

Lorsque l'on veut provoquer l'asservissement du premier tiroir de liaison on doit émettre sur la borne (1) un créneau positif de grande énergie.

L'asservissement de T_1 peut être demandé par plusieurs microprogrammes :

- à partir de l'unité de traitement qui, à travers un décodeur, délivre un créneau négatif à la sortie d'un inverseur.

- à partir des microprogrammes de remise à zéro en rotation et en translation qui délivrent chacun un créneau négatif à la sortie d'un expanseur (bornes 423,13).

Ces trois sources, mises en parallèle, appliquent sur la borne (2) un créneau négatif qui, inversé par A, franchit le buffer non inverseur C pour engendrer sur (1) un créneau positif ayant une sortance de 80 unités.

L'asservissement du premier tiroir peut encore être demandé par :

- le générateur de la première phase des mesures dont la borne (427,4) applique sur (13) un créneau positif qui franchit D et B avant d'agir sur le buffer C.
- les microprogrammes de déplacement des capteurs et le microprogramme de la deuxième phase des mesures qui délivrent chacun un créneau négatif à la sortie d'un expenseur.

Ces trois sources, mises en parallèle, sont reliées à la borne (3) elle-même connectée à la sortie de l'inverseur D qui se trouve ainsi transformé en porte quadruple.

Le fonctionnement des commandes d'asservissement des trois autres tiroirs de liaison est strictement identique à celui qui vient d'être décrit, à ceci près qu'il concerne les bornes (4) à (12).

Asservissement du tiroir auxiliaire

L'asservissement du tiroir auxiliaire est obtenu par l'émission d'un créneau positif sur la borne (14), il est provoqué par :

- l'unité de traitement qui délivre un créneau négatif à la sortie d'un inverseur
- le microprogramme de commande des déplacements du tube qui délivre un créneau négatif à la sortie d'un expenseur à deux entrées.
- le microprogramme d'identification de l'essai qui délivre lui aussi un créneau négatif à la sortie d'un expenseur.

Ces trois sources, mises en parallèle, appliquent sur la borne (15) un créneau négatif qui franchit le buffer inverseur S pour engendrer sur (14) un créneau positif ayant une sortance de 80.

Créneaux de mesure

Les créneaux de mesure sont émis par :

- l'unité de traitement qui délivre des trains d'impulsions négatives à la sortie d'un inverseur.
- les microprogrammes des deux phases (bornes 427,15 et 429,13) qui délivrent chacun des trains d'impulsions négatives à la sortie d'un expenseur.

Ces trois sources, mises en parallèle, appliquent sur (17) des créneaux négatifs qui, après inversion par T, franchissent le buffer inverseur T' pour donner sur (16) des créneaux négatifs avec une sortance de 80.

Créneaux d'identification

Les créneaux d'identification sont émis par :

- l'unité de traitement qui délivre des trains d'impulsions négatives à la sortie d'un inverseur.
- le microprogramme d'identification de l'essai (borne 4211,13) et le sous-ensemble de commande de l'identification des capteurs (borne 433,13) qui émettent chacun des trains d'impulsions négatives à la sortie d'un expanseur.

Ces trois sources, mises en parallèle, appliquent sur (19) des créneaux négatifs qui, en franchissant le buffer non inverseur V, ressortent sur (18) avec une sortance égale à 80.

Ordres d'isolement

Les ordres d'isolement sont émis par :

- l'unité de traitement qui délivre un créneau négatif à la sortie d'un inverseur
- les quatre microprogrammes de déplacement des capteurs qui délivrent chacun un créneau négatif à la sortie d'un expanseur.

Les cinq sources mises en parallèle, appliquent sur la borne (21) un créneau négatif qui, après inversion par W, franchit Y et le buffer non inverseur Z pour donner, sur (20) un créneau négatif ayant une sortance égale à 80.

L'isolement peut encore être demandé par :

- le circuit d'initialisation qui délivre un créneau négatif à la sortie d'un inverseur
- les générateurs des deux phases de mesure délivrant chacun un créneau négatif à la sortie d'un expanseur.
- le circuit de commande des déplacements du tube d'expérience et le circuit d'identification délivrant chacun un créneau négatif à la sortie d'un expanseur.

Ces cinq sources, mises en parallèle, appliquent sur (22) un créneau négatif qui, à travers X, Y et Z, ressort sur (20) avec une sortance de 80.

4523 - Réalisation pratique

La figure 452 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de contrôle des asservissements dont le tableau 451 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

453 - Sous-ensemble de commande des mouvements

4531 - Schéma de principe

La figure 453 représente le schéma électrique du sous-ensemble de commande des

mouvements admettant pour équations logiques :

$$2 = A = \overline{1}$$

$$4 = B = \overline{3}$$

$$6 = C = \overline{5}$$

$$8 = D = \overline{7}$$

$$10 = E = \overline{9}$$

$$12 = F = \overline{11}$$

$$H = \overline{14}$$

$$J = \overline{15}$$

$$K = \overline{16}$$

$$13 = G = \overline{14} + \overline{15} + \overline{16}$$

$$M = \overline{18}$$

$$N = \overline{19}$$

$$P = \overline{20}$$

$$17 = L = \overline{18} + \overline{19} + \overline{20}$$

$$21 = R = \overline{22}$$

$$23 = S = \overline{24}$$

4532 - Fonctionnement

A chacune des bornes (1), (3), (5), (7), (9) et (11) sont connectés des sources de créneaux négatifs situées sur les différents microprogrammes et constituées par des sorties d'inverseurs et d'expandeurs mises en parallèle. Ces créneaux franchissent les buffers inverseurs A à F pour donner sur les bornes (2), (4), (6), (8), (10) et (12) des créneaux positifs de puissance destinés aux tiroirs de liaison et au tiroir auxiliaire.

Les sources de créneaux négatifs (sorties d'inverseurs et d'expandeurs) connectées aux bornes (14) à (16) donnent à travers les inverseurs H, J, K et le buffer non inverseur G, un créneau positif de puissance sur la borne (13) qui envoie au tiroir auxiliaire les différents avis de fin d'exécution émis par le tiroir pilote et l'unité de traitement.

Les sources de créneaux négatifs (sorties d'inverseurs et d'expandeurs) connectées aux bornes (18) à (20) donnent, à travers les inverseurs M, N, P et le buffer non inverseur L, un créneau positif sur la borne (17) qui envoie au tiroir auxiliaire les différents avis d'attente d'exécution émis par le tiroir pilote et l'unité de traitement.

L'ordre de rupture de séquence émis par le tiroir auxiliaire sous la forme d'un créneau positif appliqué sur (22) franchit le buffer R pour donner sur (21) un créneau négatif de puissance utilisé par différents sous-ensembles du tiroir pilote.

Le créneau positif, engendré après l'exécution de chaque opération par le sous-ensemble sélecteur de mode (cf § 435), arrive sur la borne (24) pour donner sur (23), à la sortie du buffer S, un créneau négatif de puissance utilisé par différents sous-ensemble du tiroir pilote.

4533 - Réalisation pratique

La figure 454 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de commande des mouvements dont le tableau 452 donne les caractéristiques et les conditions d'essai.

46 - LIAISONS EXTERIEURES

461 - Eléments de façade

4611 - Schéma de principe

La figure 461 représente le schéma électrique du dispositif d'attaque du panneau frontal et met en évidence son fonctionnement.

Les voyants V_1 à V_{12} , connectés aux bornes (f_2 à f_{13}), sont reliés à la source + 14 V (borne f_1) à travers la résistance chutrice R (18Ω 1/2 W). Le voyant V_{13} , lui, est allumé en même temps que V_4 ou V_5 grâce aux deux diodes D_1 et D_2 .

Les poussoirs P_1 et P_3 et les inverseurs I_1 et I_2 ont leur contact normalement fermé relié au potentiel zéro (borne f_{26}) et leur contact normalement ouvert relié à la source + 3,6 V (borne f_{25}).

Le contact normalement ouvert de P_3 est relié au + 3,6 et son contact normalement fermé (borne f_{15}) est relié au sous-ensemble 425.

Les points centraux de ces poussoirs et inverseurs (bornes f_{14} et f_{16} à f_{19}) sont reliés à différents sous-ensembles du tiroir.

Le point central du commutateur de mode C_1 est au potentiel zéro, ses cinq sorties (bornes f_{20} à f_{24}) sont reliées au sous-ensemble 437.

Le point central et les dix sorties de C_2 (bornes 33 à 43) sont reliées au sous-ensemble 435.

Le point central du commutateur de durée C_3 est relié à une source + 18 V (borne f_{27}) ses cinq sorties (bornes f_{28} à f_{32}) sont reliées au sous-ensemble 429.

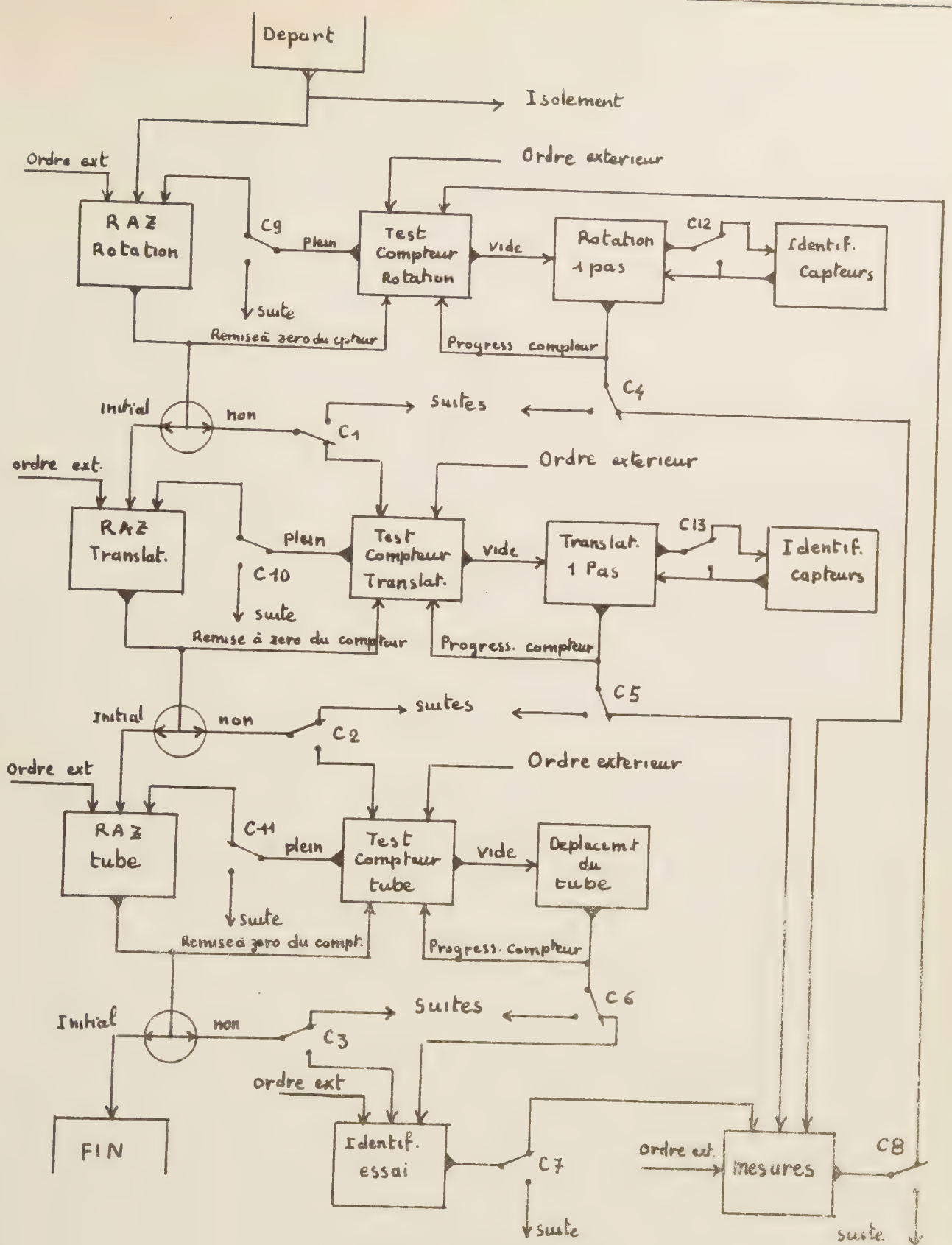
Les colonnes de la matrice de programmation (bornes f_{44} à f_{54}) sont reliées au sous-ensemble 439. Les lignes de cette matrice (bornes f_{55} à f_{62}) sont reliées aux sous-ensembles 443 A et 443 B.

4612 - Réalisation pratique

La figure 462 représente les deux plaquettes imprimées constituant le dispositif d'attaque du panneau frontal. Elles sont immobilisées par des encoches ménagées dans les longerons du tiroir.

462 - Connecteur de liaison

Les liaisons électriques entre le tiroir pilote et le reste de l'installation sont assurées par deux connecteurs à 18 contacts situés sur la face arrière. Le tableau 461 précise les caractéristiques des signaux apparaissant sur les différentes bornes de ces connecteurs.



Organigramme d'un essai

FIG 4 11

Principe

1 M2	2 M8	3 M9	4 2 15	5 V12	6 V13	7 E13	8 E17	9 M3	10 G3	11 L3	12 K3	13 B7	14 M7	15 M11	16 M3	17 C10	18 U19	19 U18	20 U19	21 U20	22 U21	23 W13	24 W15	25 W16	26 W17	27 W18	28 W19	29 W20	30 W21	31 W22	32 W23	33 W24	34 Y1	35 Y3	36 Y5	37 Y7	38 Y9	39 Y11	40 Y13	41 Y15	42 Y17	43 Y19	44 Y21	45 Y16	46 R17	47 Q16	48 Q17	49 R15	50 R18	51 Q15	52 Q16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
16 3	14 4	10 5	12 6	13 7	14 8	15 9	16 10	17 11	18 12	19 13	20 14	21 15	22 16	23 17	24 18	25 19	26 20	27 21	28 22	29 23	30 24	31 25	32 26	33 27	34 28	35 29	36 30	37 31	38 32	39 33	40 34	41 35	42 36	43 37	44 38	45 39	46 40	47 41	48 42	49 43	50 44	51 45	52 46	53 47	54 48	55 49	56 50	57 51	58 52	59 53	60 54	61 55	62 56	63 57	64 58	65 59	66 60	67 61	68 62	69 63	70 64	71 65	72 66	73 67	74 68	75 69	76 70	77 71	78 72	79 73	80 74	81 75	82 76	83 77	84 78	85 79	86 80	87 81	88 82	89 83	90 84	91 85	92 86	93 87	94 88	95 89	96 90	97 91	98 92	99 93	100 94	101 95	102 96	103 97	104 98	105 99	106 100	107 101	108 102	109 103	110 104	111 105	112 106	113 107	114 108	115 109	116 110	117 111	118 112	119 113	120 114	121 115	122 116	123 117	124 118	125 119	126 120	127 121	128 122	129 123	130 124	131 125	132 126	133 127	134 128	135 129	136 130	137 131	138 132	139 133	140 134	141 135	142 136	143 137	144 138	145 139	146 140	147 141	148 142	149 143	150 144	151 145	152 146	153 147	154 148	155 149	156 150	157 151	158 152	159 153	160 154	161 155	162 156	163 157	164 158	165 159	166 160	167 161	168 162	169 163	170 164	171 165	172 166	173 167	174 168	175 169	176 170	177 171	178 172	179 173	180 174	181 175	182 176	183 177	184 178	185 179	186 180	187 181	188 182	189 183	190 184	191 185	192 186	193 187	194 188	195 189	196 190	197 191	198 192	199 193	200 194	201 195	202 196	203 197	204 198	205 199	206 200	207 201	208 202	209 203	210 204	211 205	212 206	213 207	214 208	215 209	216 210	217 211	218 212	219 213	220 214	221 215	222 216	223 217	224 218	225 219	226 220	227 221	228 222	229 223	230 224	231 225	232 226	233 227	234 228	235 229	236 230	237 231	238 232	239 233	240 234	241 235	242 236	243 237	244 238	245 239	246 240	247 241	248 242	249 243	250 244	251 245	252 246	253 247	254 248	255 249	256 250	257 251	258 252	259 253	260 254	261 255	262 256	263 257	264 258	265 259	266 260	267 261	268 262	269 263	270 264	271 265	272 266	273 267	274 268	275 269	276 270	277 271	278 272	279 273	280 274	281 275	282 276	283 277	284 278	285 279	286 280	287 281	288 282	289 283	290 284	291 285	292 286	293 287	294 288	295 289	296 290	297 291	298 292	299 293	300 294	301 295	302 296	303 297	304 298	305 299	306 300	307 301	308 302	309 303	310 304	311 305	312 306	313 307	314 308	315 309	316 310	317 311	318 312	319 313	320 314	321 315	322 316	323 317	324 318	325 319	326 320	327 321	328 322	329 323	330 324	331 325	332 326	333 327	334 328	335 329	336 330	337 331	338 332	339 333	340 334	341 335	342 336	343 337	344 338	345 339	346 340	347 341	348 342	349 343	350 344	351 345	352 346	353 347	354 348	355 349	356 350	357 351	358 352	359 353	360 354	361 355	362 356	363 357	364 358	365 359	366 360	367 361	368 362	369 363	370 364	371 365	372 366	373 367	374 368	375 369	376 370	377 371	378 372	379 373	380 374	381 375	382 376	383 377	384 378	385 379	386 380	387 381	388 382	389 383	390 384	391 385	392 386	393 387	394 388	395 389	396 390	397 391	398 392	399 393	400 394	401 395	402 396	403 397	404 398	405 399	406 400	407 401	408 402	409 403	410 404	411 405	412 406	413 407	414 408	415 409	416 410	417 411	418 412	419 413	420 414	421 415	422 416	423 417	424 418	425 419	426 420	427 421	428 422	429 423	430 424	431 425	432 426	433 427	434 428	435 429	436 430	437 431	438 432	439 433	440 434	441 435	442 436	443 437	444 438	445 439	446 440	447 441	448 442	449 443	450 444	451 445	452 446	453 447	454 448	455 449	456 450	457 451	458 452	459 453	460 454	461 455	462 456	463 457	464 458	465 459	466 460	467 461	468 462	469 463	470 464	471 465	472 466	473 467	474 468	475 469	476 470	477 471	478 472	479 473	480 474	481 475	482 476	483 477	484 478	485 479	486 480	487 481	488 482	489 483	490 484	491 485	492 486	493 487	494 488	495 489	496 490	497 491	498 492	499 493	500 494	501 495	502 496	503 497	504 498	505 499	506 500	507 501	508 502	509 503	510 504	511 505	512 506	513 507	514 508	515 509	516 510	517 511	518 512	519 513	520 514	521 515	522 516	523 517	524 518	525 519	526 520	527 521	528 522	529 523	530 524	531 525	532 526	533 527	534 528	535 529	536 530	537 531	538 532	539 533	540 534	541 535	542 536	543 537	544 538	545 539	546 540	547 541	548 542	549 543	550 544	551 545	552 546	553 547	554 548	555 549	556 550	557 551	558 552	559 553	560 554	561 555	562 556	563 557	564 558	565 559	566 560	567 561	568 562	569 563	570 564	571 565	572 566	573 567	574 568	575 569	576 570	577 571	578 572	579 573	580 574	581 575	582 576	583 577	584 578	585 579	586 580	587 581	588 582	589 583	590 584	591 585	592 586	593 587	594 588	595 589	596 590	597 591	598 592	599 593	600 594	601 595	602 596	603 597	604 598	605 599	606 600	607 601	608 602	609 603	610 604	611 605	612 606	613 607	614 608	615 609	616 610	617 611	618 612	619 613	620 614	621 615	622 616	623 617	624 618	625 619	626 620	627 621	628 622	629 623	630 624	631 625	632 626	633 627	634 628	635 629	636 630	637 631	638 632	639 633	640 634	641 635	642 636	643 637	644 638	645 639	646 640	647 641	648 642	649 643	650 644	651 645	652 646	653 647	654 648	655 649	656 650	657 651	658 652	659 653	660 654	661 655	662 656	663 657	664 658	665 659	666 660	667 661	668 662	669 663	670 664	671 665	672 666	673 667	674 668	675 669	676 670	677 671	678 672	679 673	680 674	681 675	682 676	683 677	684 678	685 679	686 680	687 681	688 682	689 683	690 684	691 685	692 686	693 687	694 688	695 689	696 690	697 691	698 692	699 693	700 694	701 695	702 696	703 697	704 698	705 699	706 700	707 701	708 702	709 703	710 704	711 705	712 706	713 707	714 708	715 709	716 710	717 711	718 712	719 713	720 714	721 715	722 716	723 717	724 718	725 719	726 720	727 721	728 722	729 723	730 724	731 725	732 726	733 727	734 728	735 729	736 730	737 731	738 732	739 733	740 734	741 735	742 736	743 737	744 738	745 739	746 740	747 741	748 742	749 743	750 744	751 745	752 746	753 747	754 748	755 749	756 750	757 751	758 752	759 753	760 754	761 755	762 756	763 757	764 758	765 759	766 760	767 761	768 762	769 763	770 764	771 765	772 766	773 767	774 768	775 769	776 770	777 771	778 772	779 773	780 774	781 775	782 776	783 777	784 778	785 779	786 780	787 781	788 782	789 783	790 784	791 785	792 786	793 787	794 788	795 789	796 790	797 791	798 792	799 793	800 794	801 795	802 796	803 797	804 798	805 799	806 800	807 801	808 802	809 803	810 804	811 805	812 806	813 807	814 808	815 809	816 810	817 811	818 812	819 813	820 814	821 815	822 816	823 817	824 818	825 819	826 820	827 821	828 822	829 823	830 824	831 825	832 826	833 827	834 828	835 829	836 830	837 831	838 832	839 833	840 834	841 835	842 836	843 837	844 838	845 839	846 840	847 841	848 842	849 843	850 844	851 845	852 846	853 847	854 848	855 849	856 850	857 851	858 852	859 853	860 854	861 855	862 856	863 857	864 858	865 859	866 860	867 861	868 862	869 863	870 864	871 865	872 866	873 867	874 868	875 869	876 870	877 871	878 872	879 873	880 874	881 875	882 876	883 877	884 878	885 879	886 880	887 881	888 882	889 883	890 884	891 885	892 886	893 887	894 888	895 889	896 890	897 891	898 892	899 893	900 894	901 895	902 896	903 897	904 898	905 899	906 900	907 901	908 902	909 903	910 904	911 905	912 906	913 907	914 908	915 909	916 910	917 911	918 912	919 913	920 914	921 915	922 916	923 917	924 918	925 919	926 920	927 921	928 922	929 923	930 924	931 925	932 926	933 927	934 928	935 929	936 930	937 931	938 932	939 933	940 934	941 935	942 936	943 937	944 938	945 939	946 940	947 941	948 942	949 943	950 944	951 945	952 946	953 947	954 948	955 949	956 950	957 951	958 952	959 953	960 954	961 955	962 956	963 957	964 958	965 959	966 960	967 961	968 962	969 963	970 964	971 965	972 966	973 967	974 968	975 969	976 970	977 971	978 972	979 973	980 974	981 975	982 976	983 977	984 978	985 979	986 980	987 981	988 982	989 983	990 984	991 985	992 986	993 987	994 988	995 989	996 990	997 991	998 992	999 993	1000 994

FIG 412

Principe

Tiroir Pilote

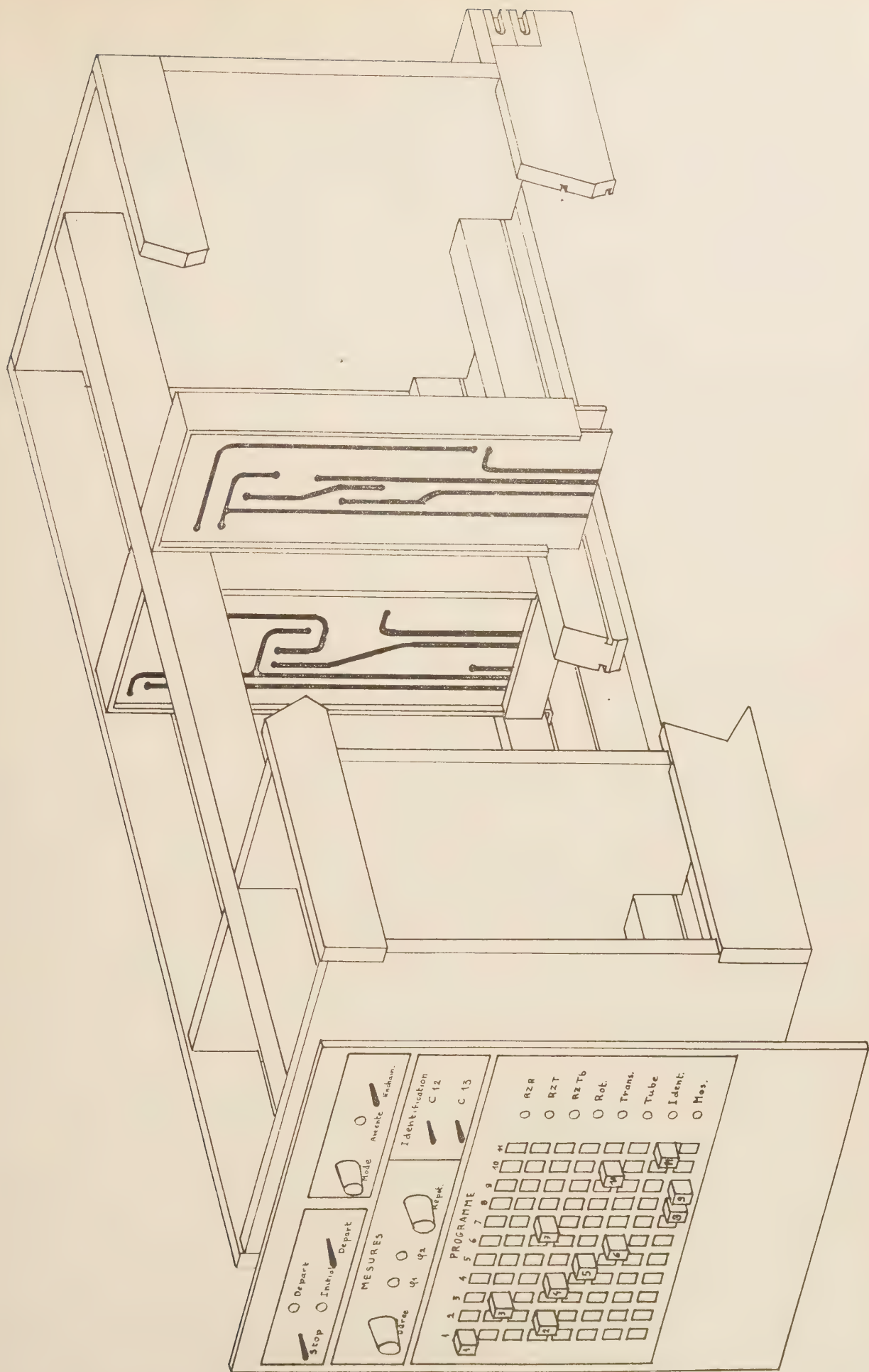
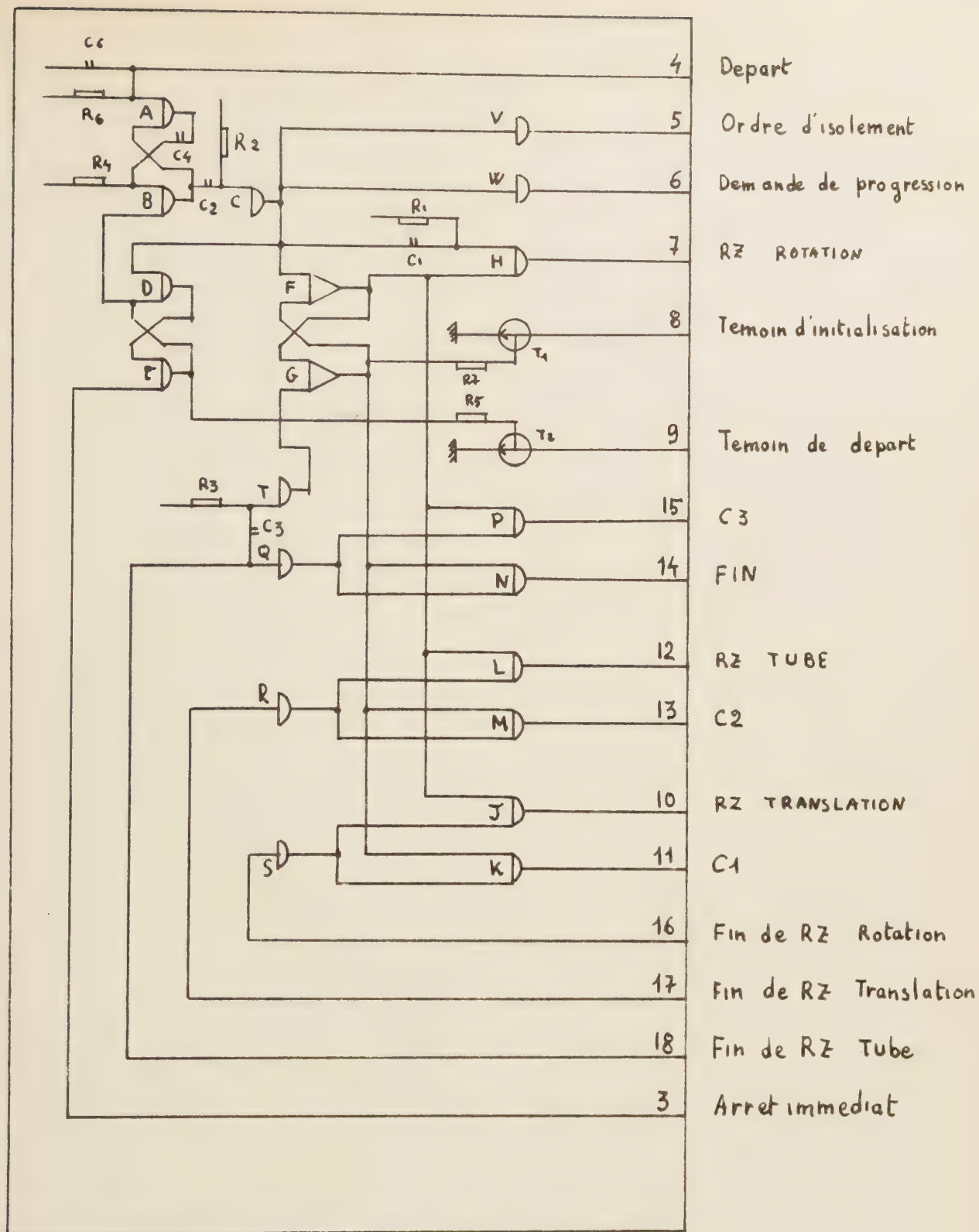


FIG 413

Realisation

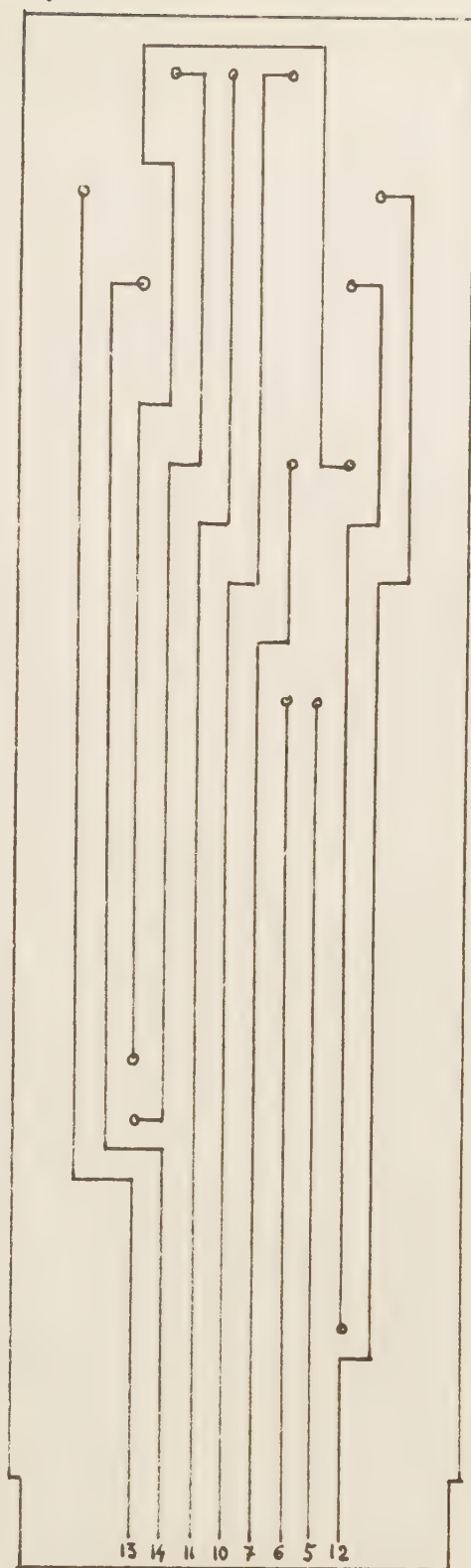
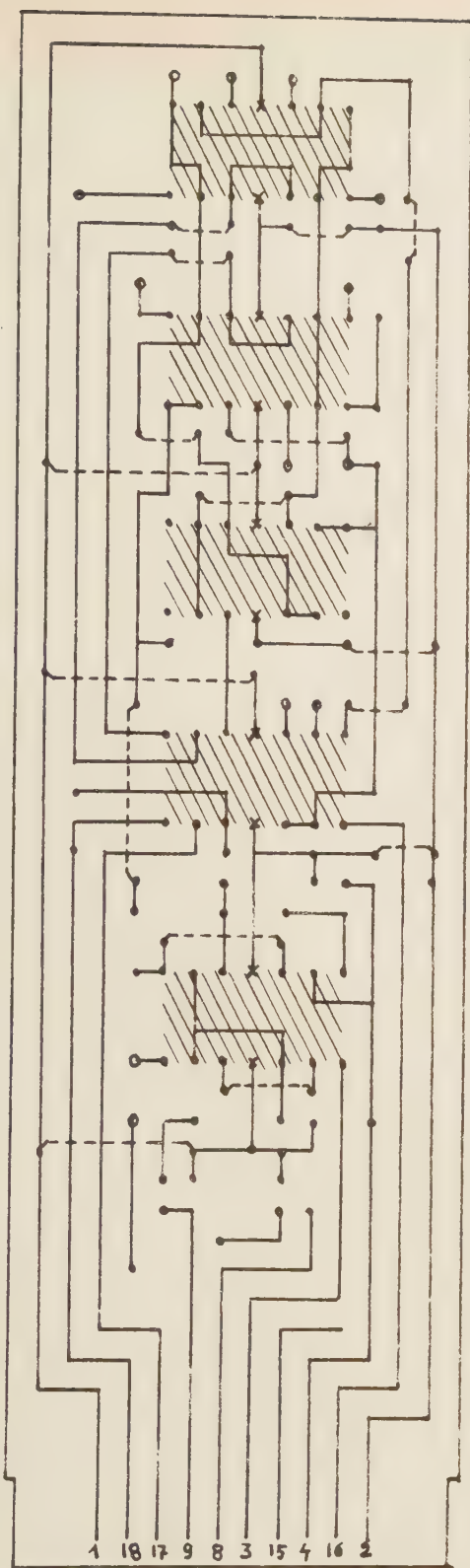
Tiroir Pilote



Sous-ensemble d'initialisation

FIG 4 21

Principe



Sous-ensemble d'initialisation

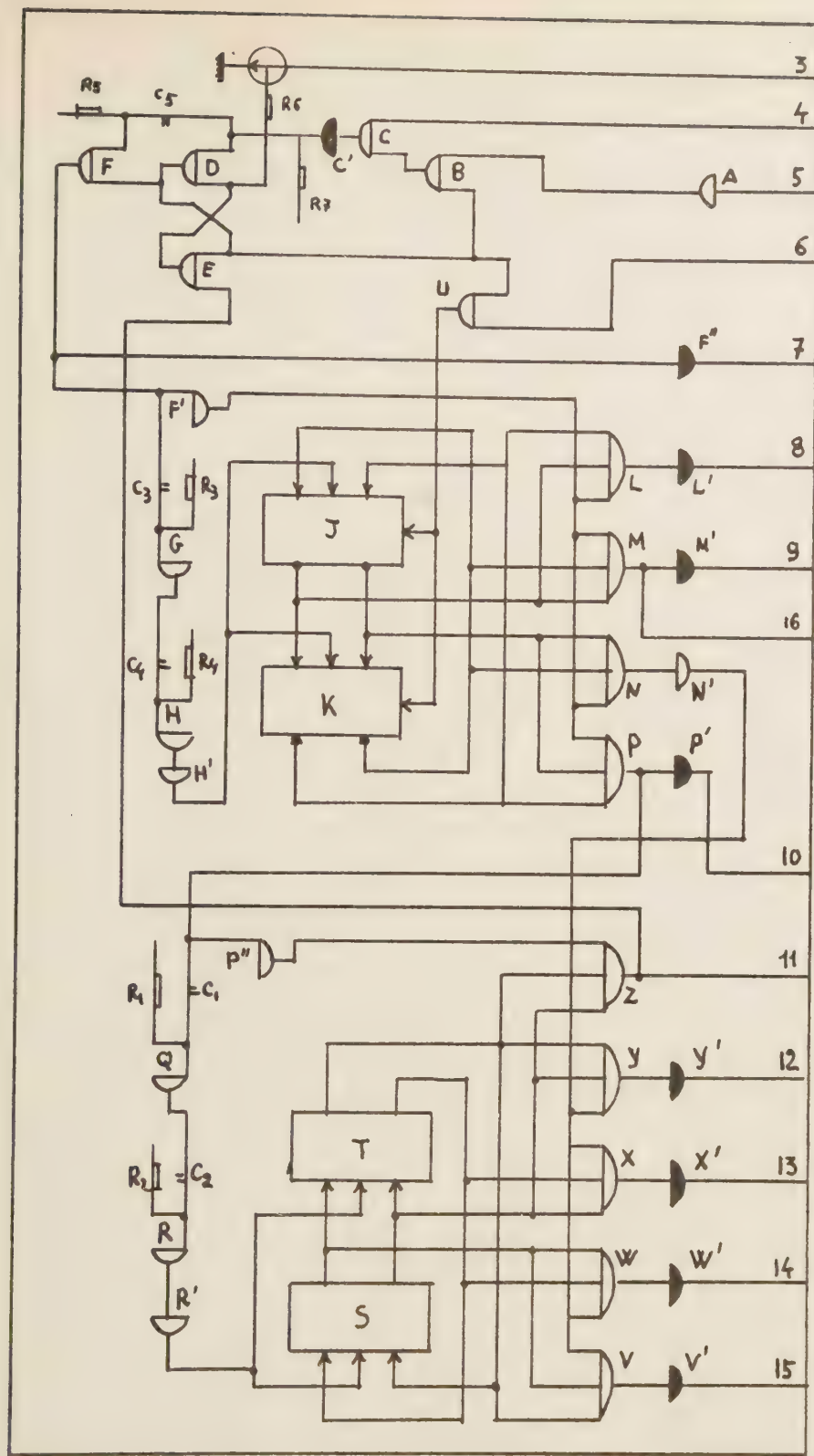
FIG 422

Realisation

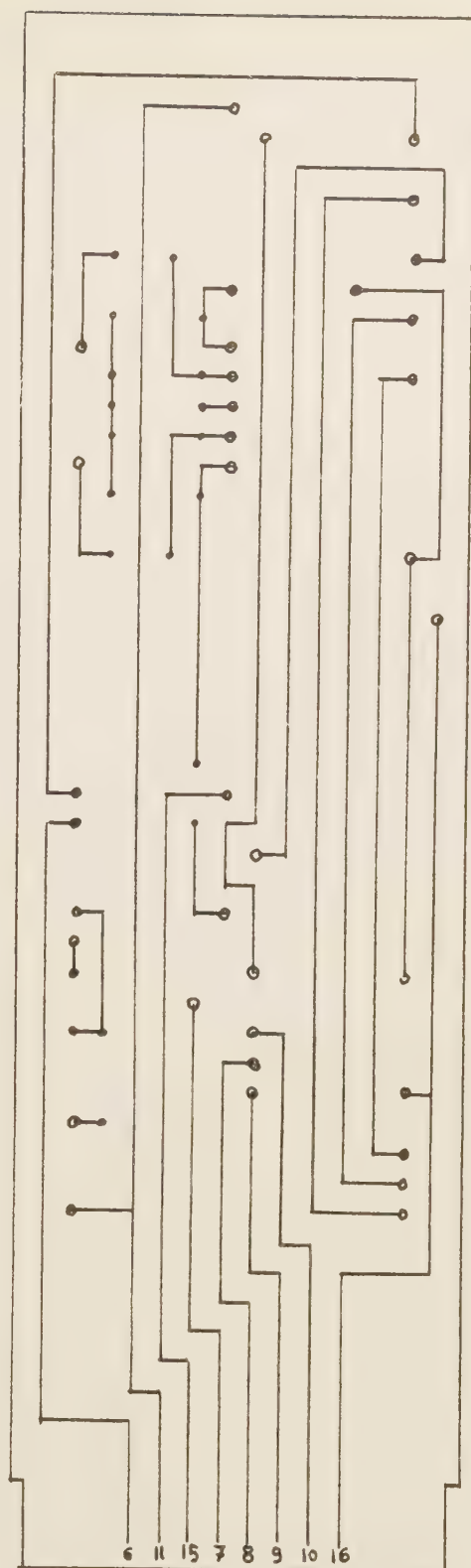
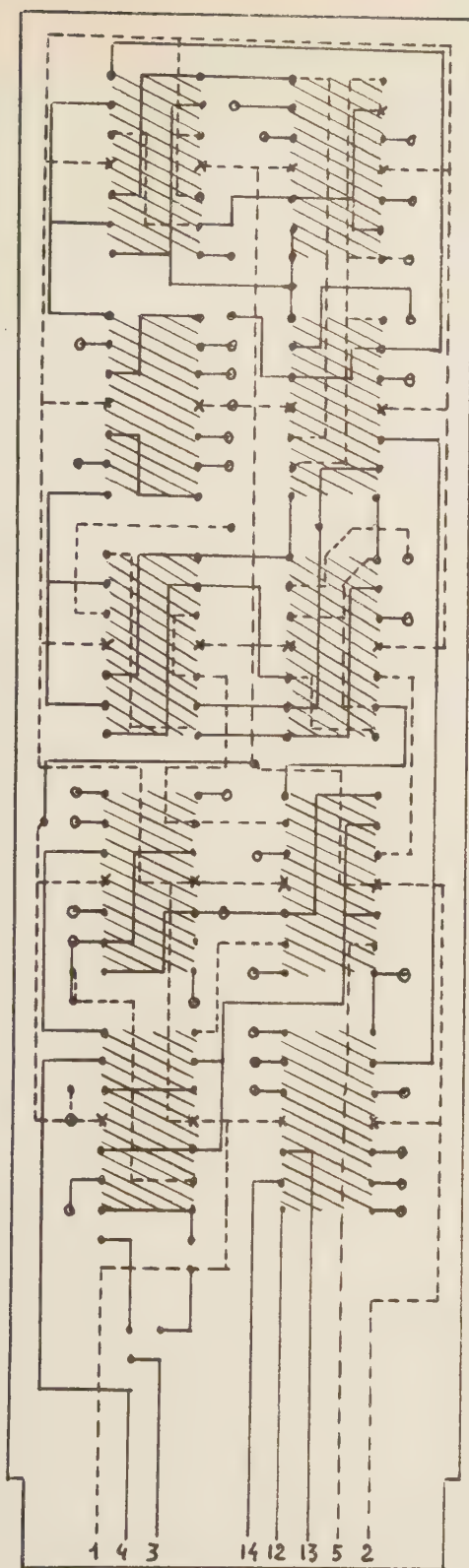
Tableau 421

Sous-ensemble d'initialisation

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X						pot zéro de référence	
2	X						source d'énergie + 3,6 V	
3	X		X			- 3	arrêt immédiat	C.P. (poussoir manuel)
4	X		X			- 5	départ	" " "
5	X			X		+ 16	ordre d'isolement	créneau négatif 1 μ S
6	X			X		+ 16	F.O. T.P.	" " "
7	X			X		+ 16	décl. RZ rot.	" " "
8	X	X				150 mA	témoin initial	pot zéro si voyant allumé
9	X	X				150 mA	" départ	" " " " "
10	X			X		+ 16	décl. RZ transl.	créneau positif 1 μ S
11	X			X		+ 16	cond. C 1	" " "
12	X			X		+ 16	décl. RZ tube	" " "
13	X			X		+ 16	cond. C 2	" " "
14	X	X				+ 16	créneau positif FIN	" " "
15	X			X		+ 16	cond. C 3	" " "
16	X			X		- 3	fin RZ rot.	" " "
17	X			X		- 3	fin RZ trans.	" " "
18	X			X		- 8	" RZ tube	" " "
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								



3	Temoin d'exécution
4	Instruction de déclenchement
5	Instruction de progression
6	Rupture de sequence
7	Ordre d'exécution
8	Ordre d'isolement
9	Ordre de déplacement
16	Avis de déplacement
10	Demande de progression
11	Avis de fin de programme
12	Ordre de selection T ₄
13	" " " T ₁
14	" " " T ₂
15	" " " T ₃



Microprogramme de Commande des Capteurs

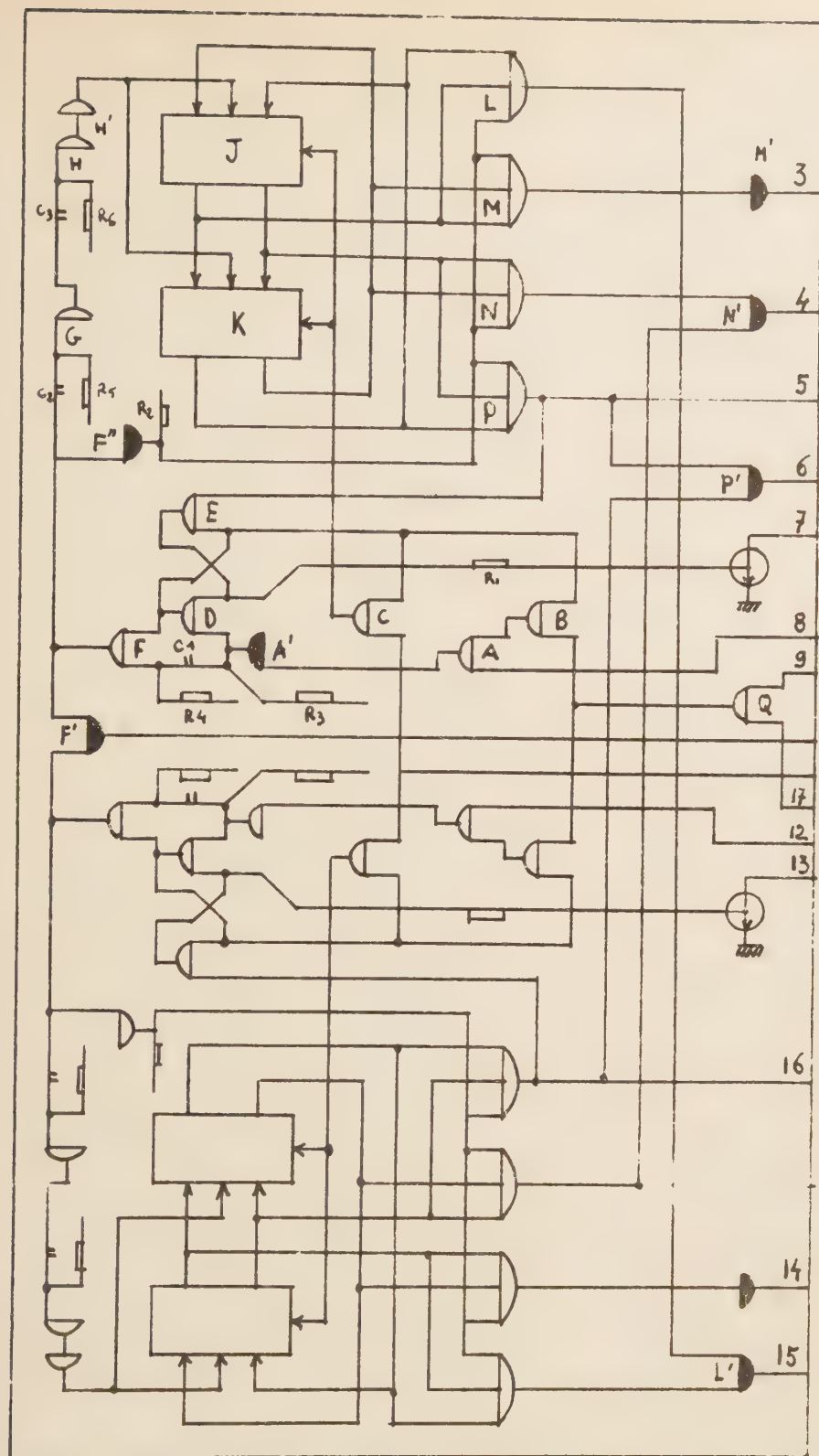
FIG 424

Réalisation

Tableau 422

Sous-ensemble de déplacement des capteurs

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X						pot. zéro de référence	
2	X						source d'énergie + 3,6 V	
3		X	X			150 mA	témoin d'exécution	pot. zéro si voyant allumé
4	X			X	- 3		ordre de décl.	créneau positif 1 μ S
5	X			X	- 3		ordre de progression (F.O.)	" négatif
6	X			X	- 3		ordre de rupture de séquence	créneau positif
7		X		X	- 2		avis attente exécution	créneau négatif (sortie d'expans.)
8		X		X	- 2		ordre d'isolement	" " " "
9		X		X	- 2		" de déplacement	" " " "
10		X		X	- 2		F.O. T.P.	" " " "
11		X		X	+ 13		avis fin d'exécution	créneau positif
12		X		X	- 2		ordre sél. T 4	créneau négatif (sortie d'expans.)
13		X		X	- 2		" " T 1	" " " "
14		X		X	- 2		" " T 2	" " " "
15		X		X	- 2		" " T 3	" " " "
16		X		X	+ 13		ordre de déplacement	créneau positif
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								



Ordre de rotation

Selection du TA

Avis de fin de sequence

FO Tiroir pilote

Temoin de rotation

Instruction de rotation

Instruction d'enchaînement

Ordre d'execution.

Ordre de rupture de sequence

Instruction d'enchaînement.

Instruction de recul

Temoin de recul

Avis de Fin de sequence

Ordre de recul

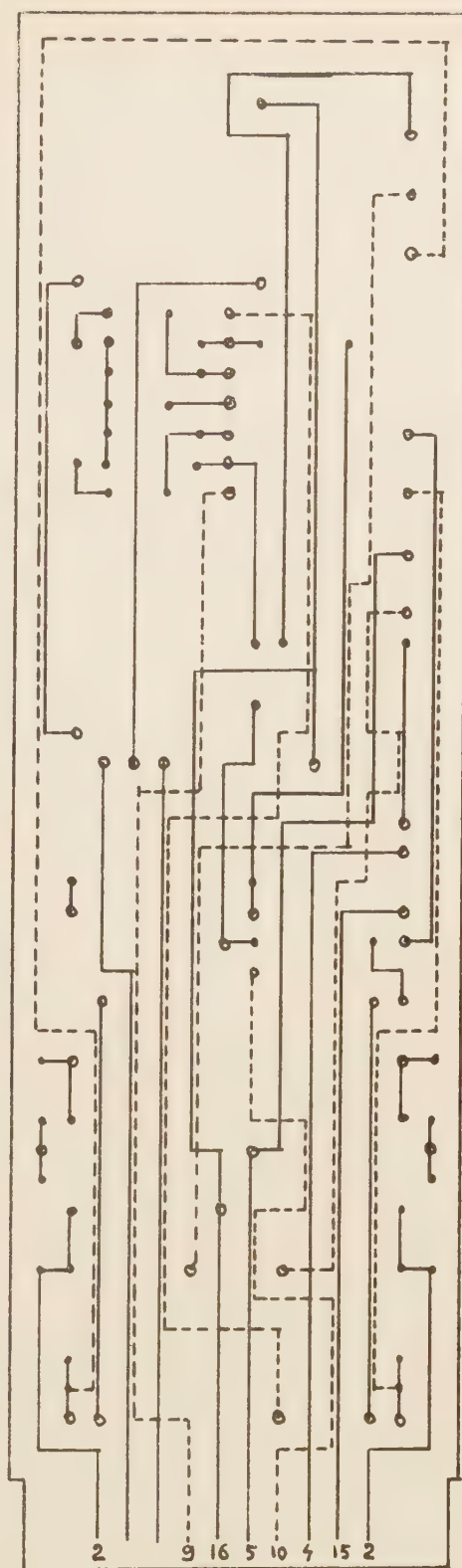
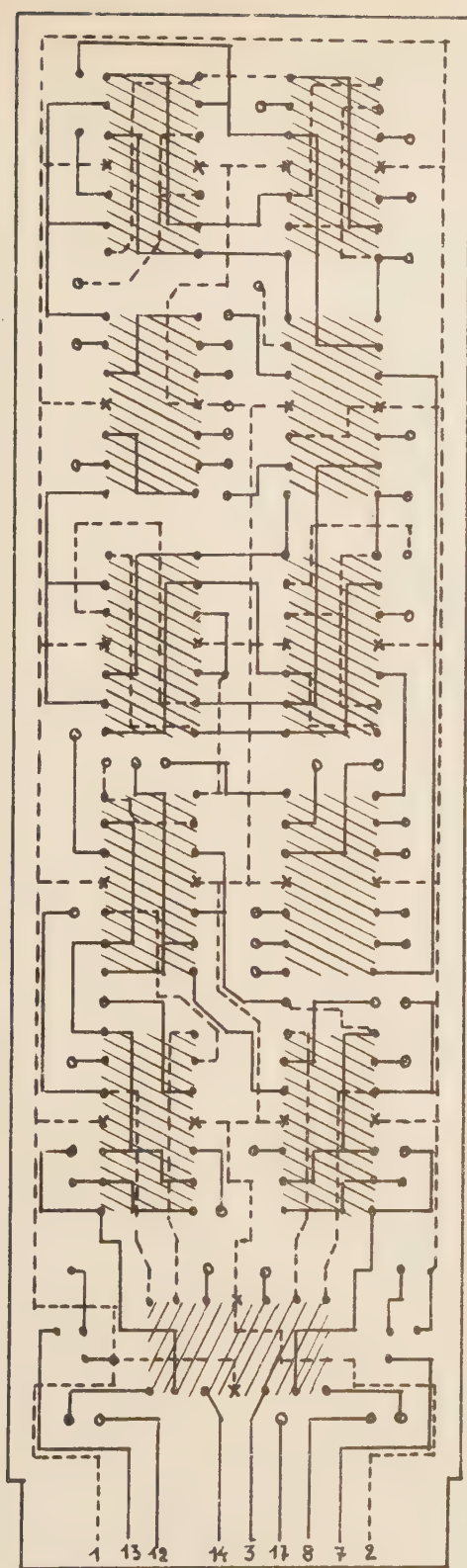
Ordre d'isolement

Commandes du tube d'experience

FIG 425

Principe





Commandes du tube d'experience

FIG 426

Réalisation

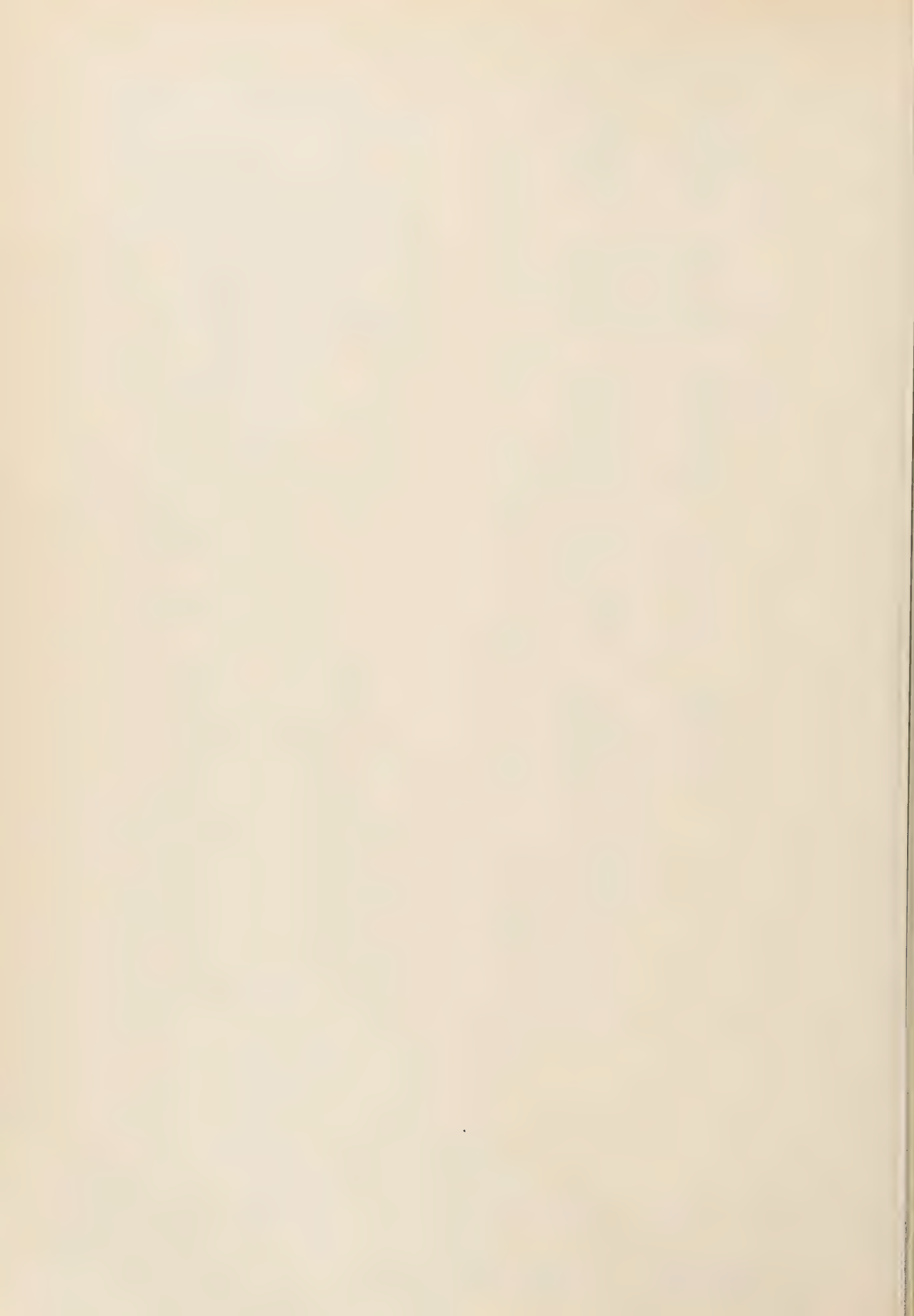
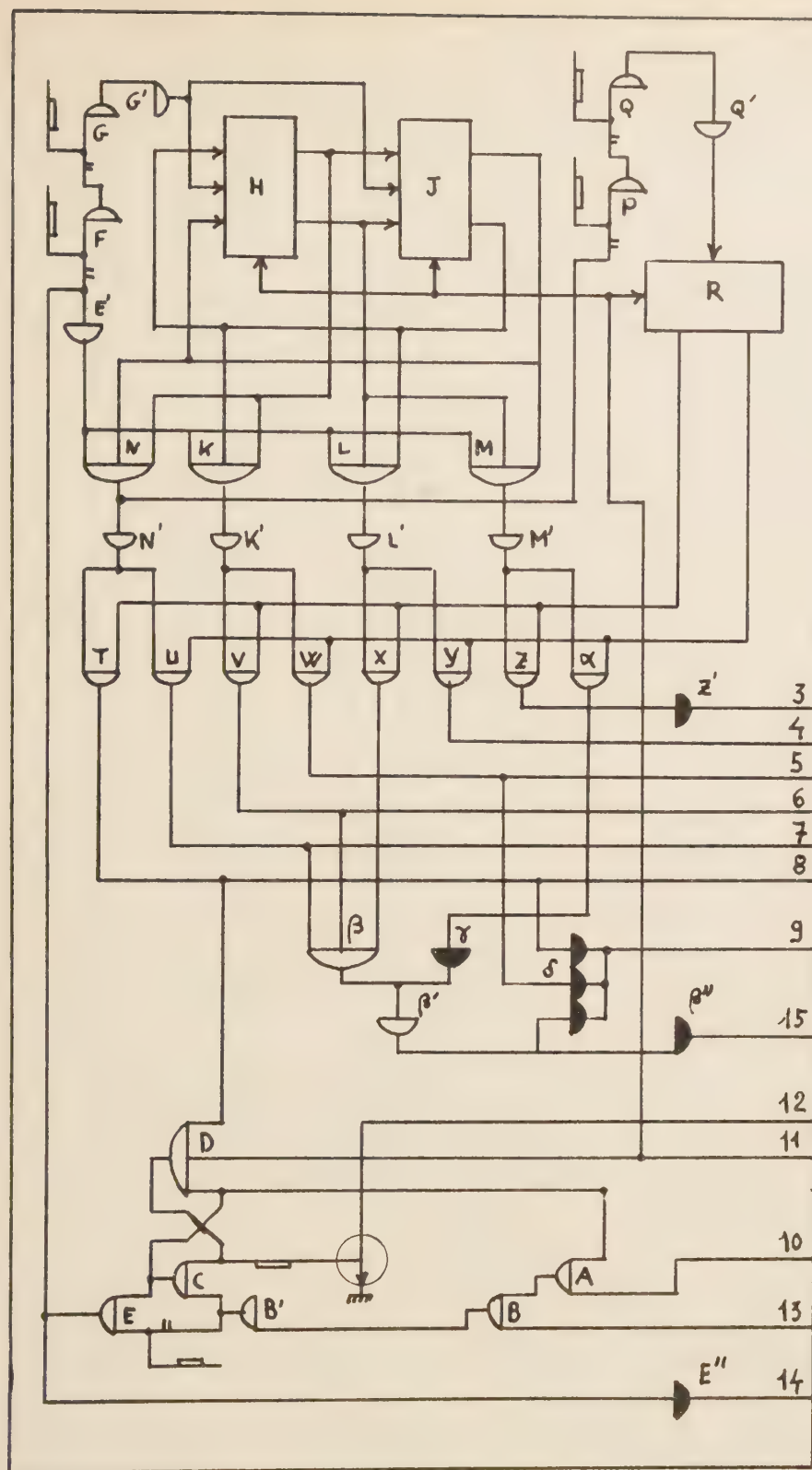


Tableau 423

Commande du tube d'expérience

N°	NAT DEST.					SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X						pot. zéro de référence	
2	X						source d'énergie + 3,6 V	
3		X			X	- 2	ordre rot. 1 pas.	crén. négat. (sortie d'expasseur)
4		X			X	- 2	ordre sél. T A	" " " "
5		X			X	+ 9	fin de rot. 1 pas du tube	créneau positif
6		X			X	- 2	F.O. T.P.	crén. négat. (sortie d'expasseur)
7		X	X			150 mA	témoin rot. tube	pot. zéro si voyant allumé
8	X				X	- 3	décl. rot. tube	créneau positif
9	X				X	- 6	ordre progress. (F.O.)	" négatif
10		X			X	- 2	avis attente d'exécution	" " (sortie d'expans.)
11	X				X	- 6	ordre rup. seq.	" "
12	X				X	- 3	décl. RZ tube	créneau positif
13		X	X			150 mA	témoin RZ tube	pot. zéro si voyant allumé
14		X			X	- 2	ordre RZ rot.	créneau négat. (sortie d'expans.)
15		X			X	- 2	ordre d'isolement	" " " "
16		X			X	+ 9	fin RZ tube	créneau positif
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								



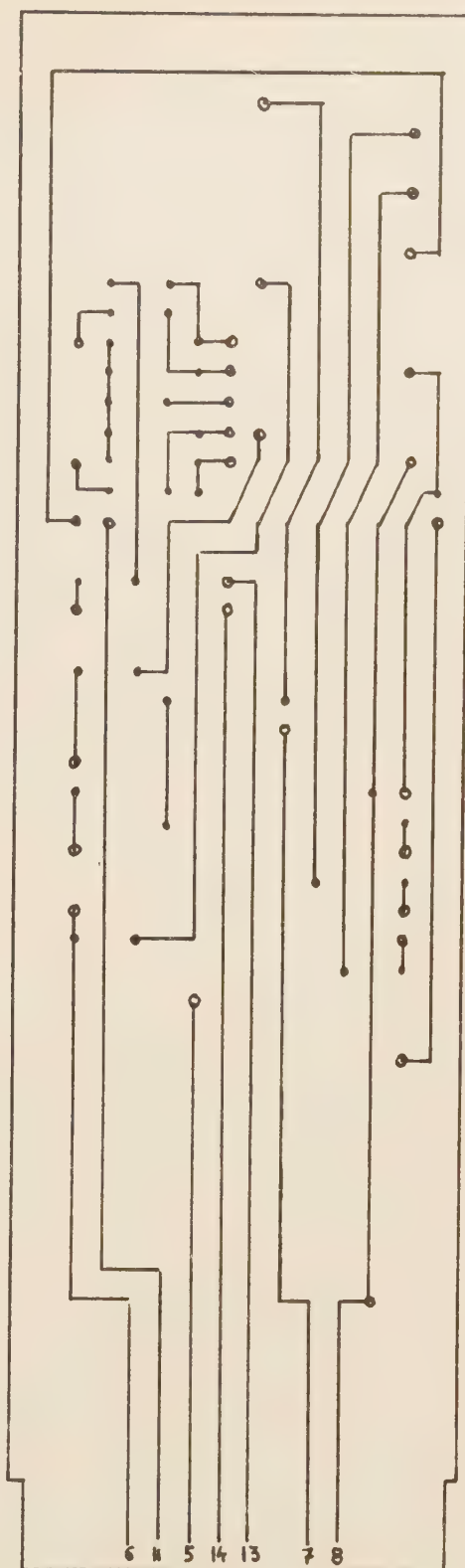
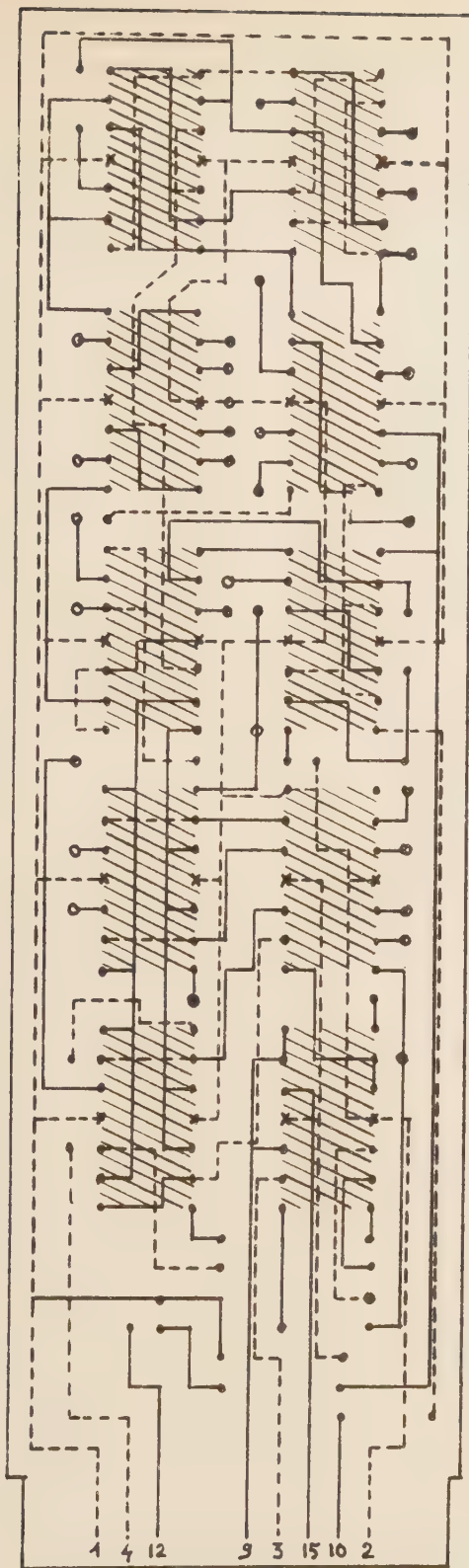


- 3 Ordre d'isolement
- 4 Asservissement des capteurs
- 5 Test du compteur
- 6 Fermeture du generateur
- 7 Ouverture " "
- 8 Fin de sequence
- 9 FE T P
- 15 Ordres de mesure
- 12 Voyant premiere phase
- 11 Compteur plein
- 10 Ordre de progression
- 13 Ordre de declenchement
- 14 Attente d'execution

Generateur premiere phase

FIG 427

Principe



Generateur premiere phase

FIG 428

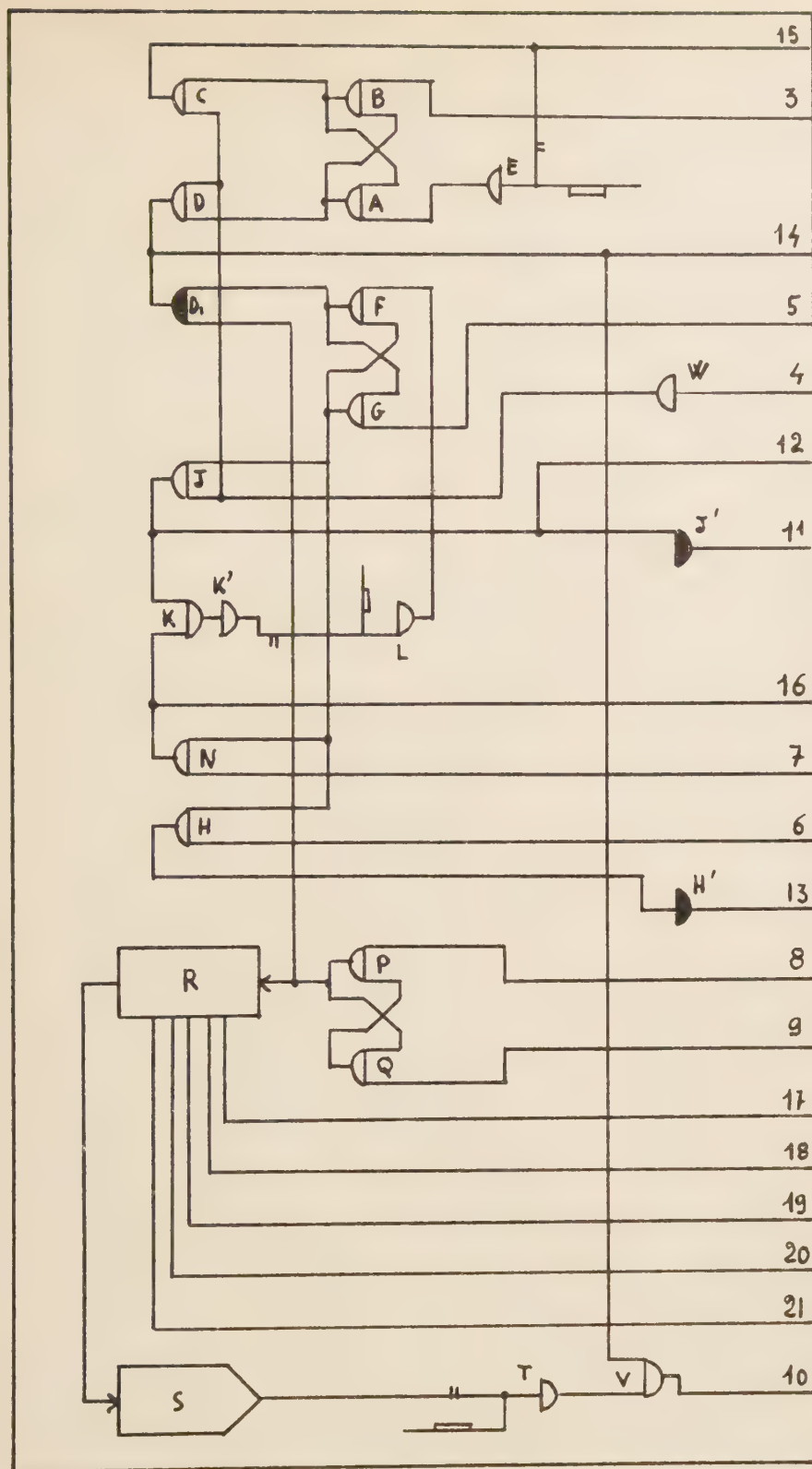
Realisation



Tableau 424

Générateur 1ère phase

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X						pot. zéro de référence	
2	X						source d'énergie + 3,6	
3		X			X	- 2	ordre d'isolement	crén. négat. (sortie d'expansur)
4		X			X	+ 16	ordre sélect. <u>des</u> capteurs	créneau positif
5		X			X	+ 12	test compteur	" "
6		X			X	+ 13	ferm. porte mes.	" "
7		X			X	+ 13	ouvert. porte mes.	" "
8		X			X	+ 9	fin de 1ère phase	" "
9		X			X	- 4	Fe T.P.	créneau négatif (sortie d'expans.)
10	X				X	- 3	ordre progress.	créneau négatif
11	X				X	- 12	avis compt. plein	" positif
12		X	X			150 mA	témoin 1ère phase	pot. zéro si voyant allumé
13	X				X	- 3	ordre déclanchement 1ère phase	créneau positif
14		X			X	- 2	avis attente exécution	crén. négat. (sortie d'expansur)
15		X			X	- 2	créneau mesure	" " " "
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								



15 Déclanchement 2^e phase

3 Fin de première phase

14 Progression 2^e phase

5 Ordre de mesure

4 FO général

12 Ordre de calcul

11 Attente d'exécution

16 Saut inconditionnel

7 Rupture de séquence

6 Créneaux de synchronisme

13 Créneaux de mesure

8 Fermeture des portes

9 Ouverture " "

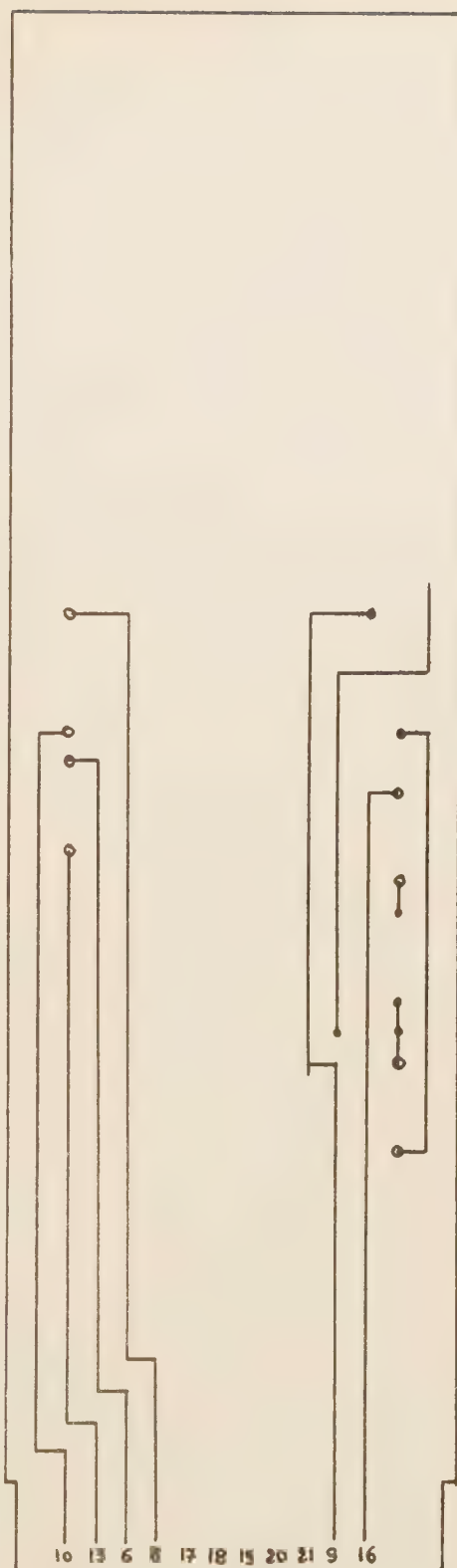
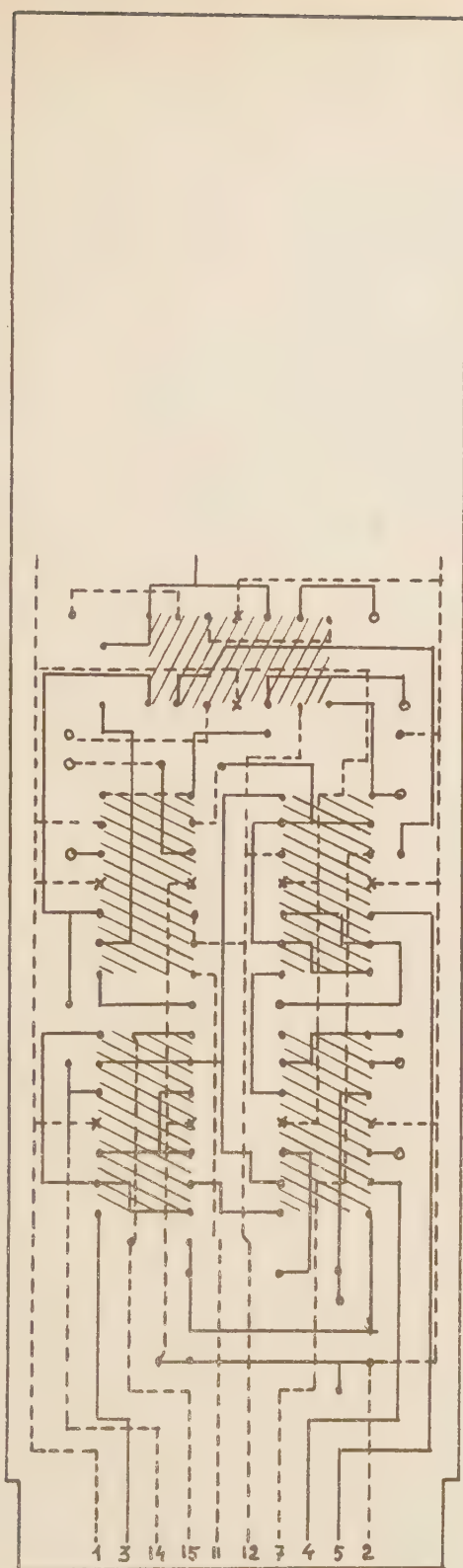
17 }
18 }
19 }
20 }
21 }
Reglage de durée

10 Progression 1^{re} phase

Circuit d'aiguillage

FIG 429

Principe



Circuit d'aiguillage

FIG 4210

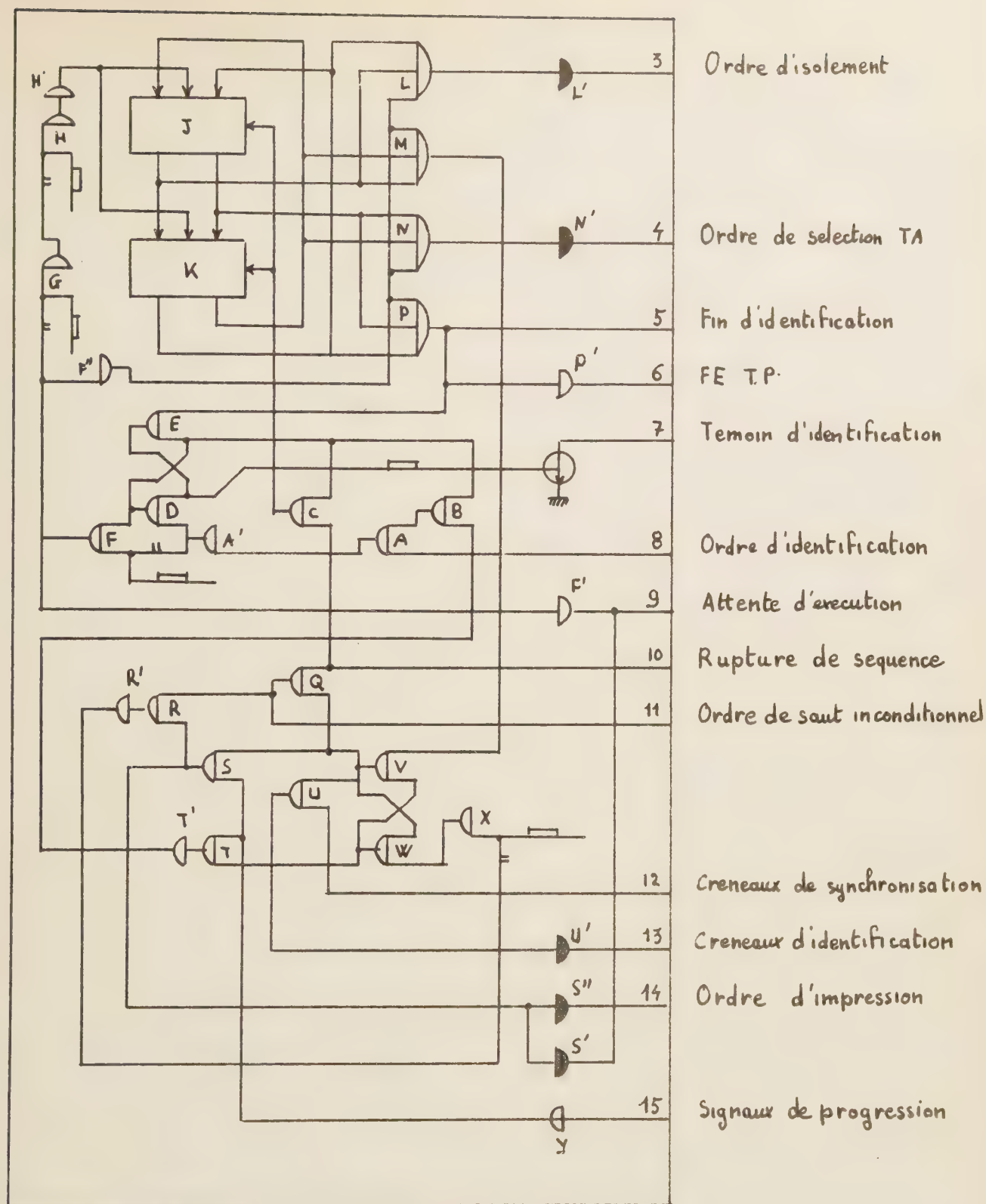
Realisation

Tableau 425

Circuit d'aiguillage

N°	NAT DEST.					SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X						pot. zéro de référence	
2	X						source d'énergie + 3,6 V	
3	X				X	- 3	signal fin 1ère phase	créneau positif
4	X				X	- 10	F.O. général.	" négatif
5	X				X	- 3	ordre de mesure	" positif
6	X				X	- 3	créneaux mach.	" négatif
7	X				X	- 3	ordre rupture de séquence	" "
8	X				X	- 3	ordre fermeture porte mes.	créneau positif
9	X				X	- 3	ordre ouverture porte mes.	" "
10		X			X	+ 16	ordre prog. 1ère phase (F.O.)	créneau négatif
11		X			X	- 2	avis attente exécution	" " sortie d'expansion
12		X			X	+ 13	ordre de calcul	créneau positif
13		X			X	- 2	créneau de mesure	" négatif sortie d'expansion.
14		X			X	+ 11	prog. 2ème phase (F.O.)	" positif
15		X			X	+ 11	décl. 2ème phase	" positif
16		X			X	+ 13	ordre de saut de calcul	" positif
17	X		X				commutation de durée des mesures	
18	X		X				" " " " "	
19	X		X				" " " " "	
20	X		X				" " " " "	
21	X		X				" " " " "	
22								
23								
24								
25								
26								

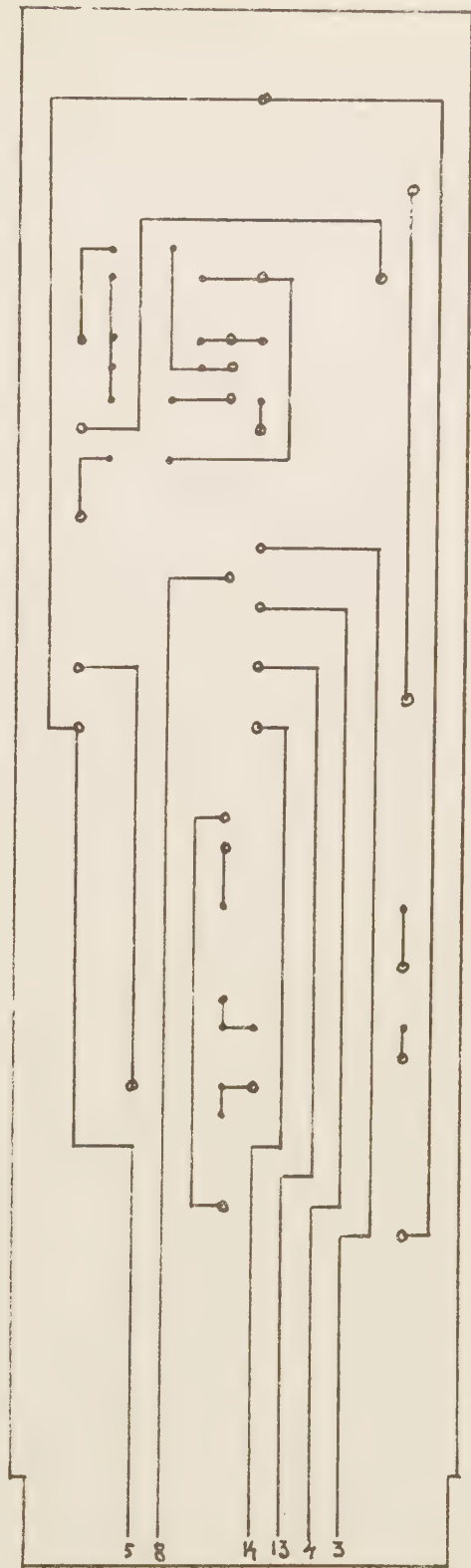
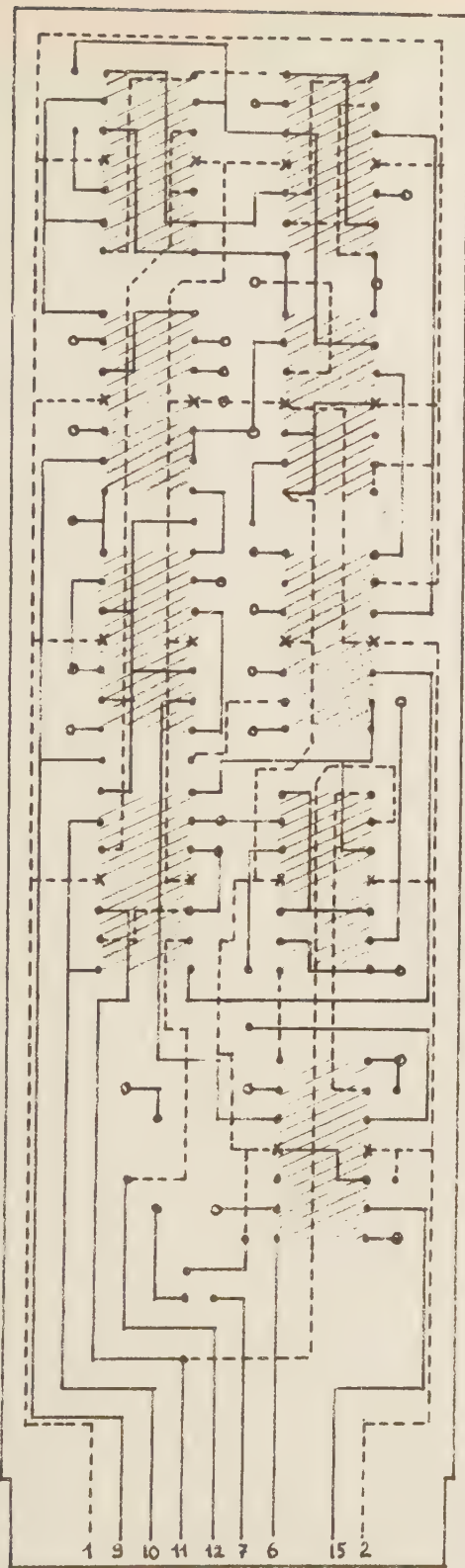




Circuit d'identification

FIG 4211

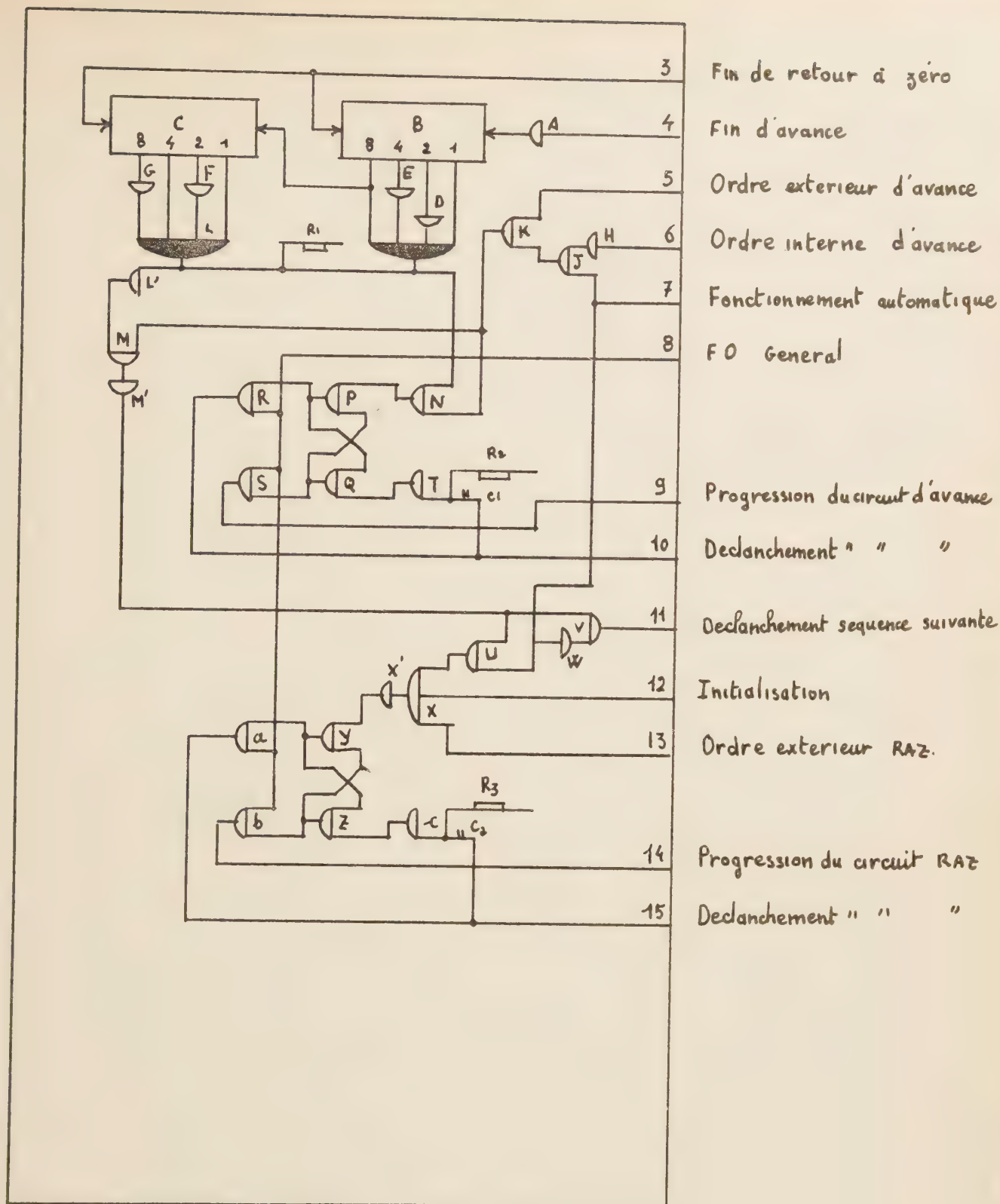
Principe



Circuit d'identification

FIG 4 212

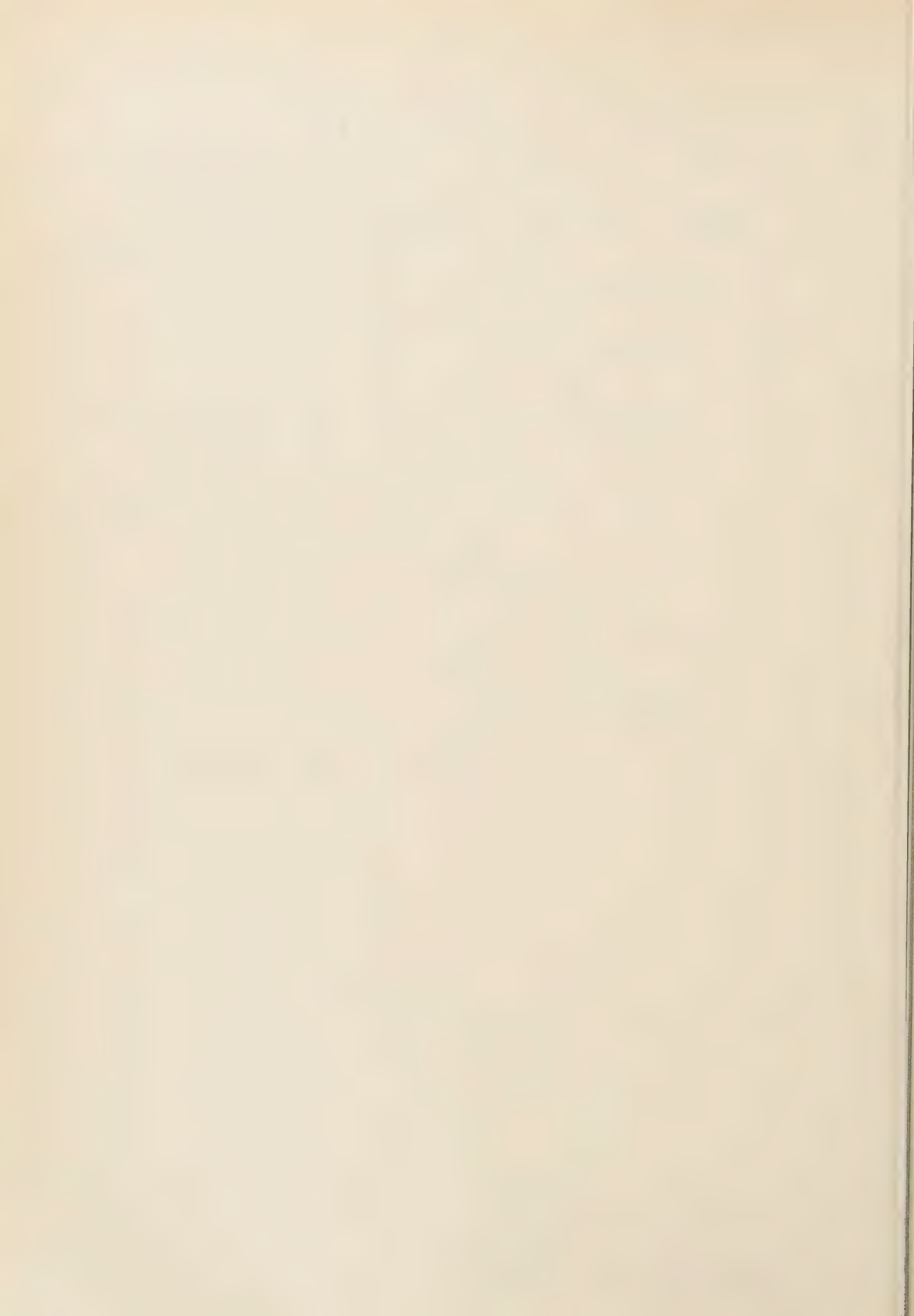
Realisation

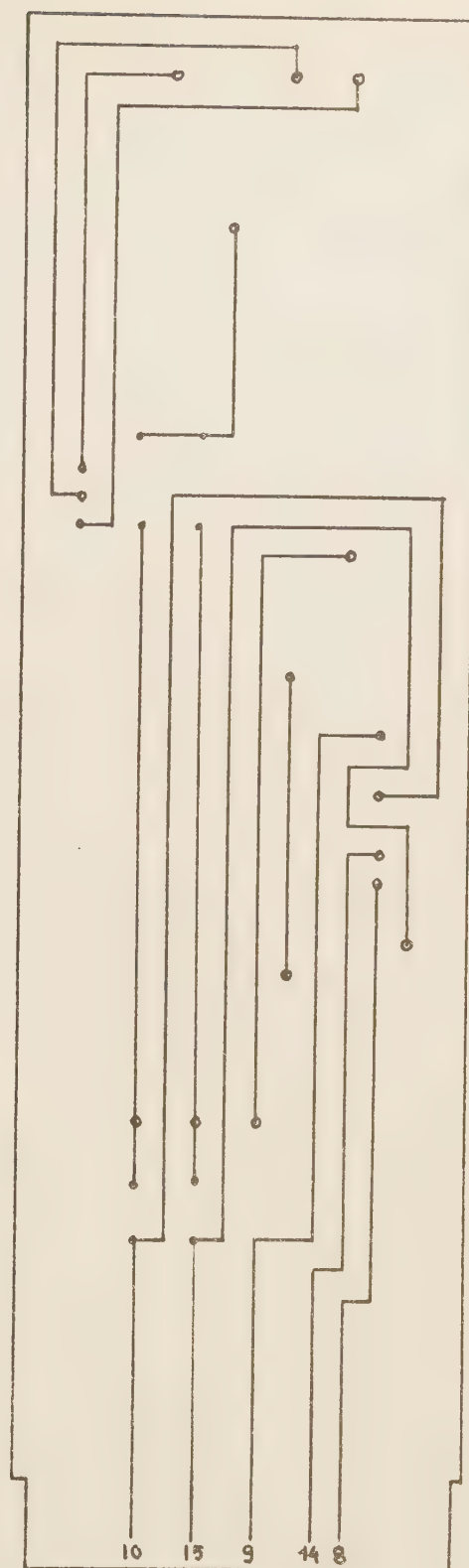
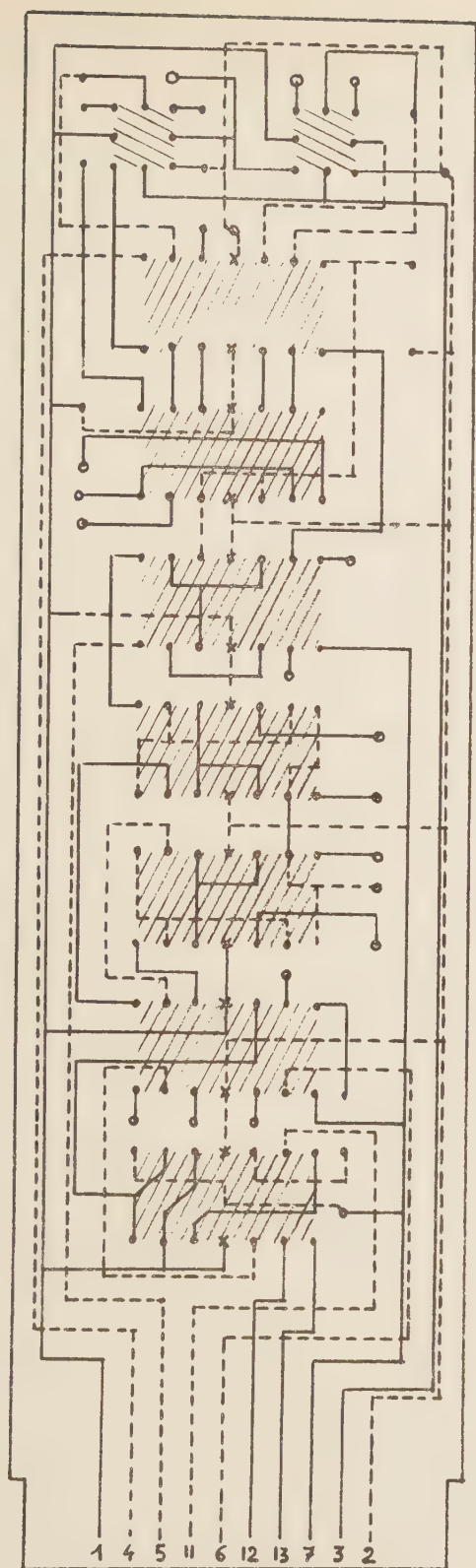


Contrôle des déplacements

FIG 431

Principe

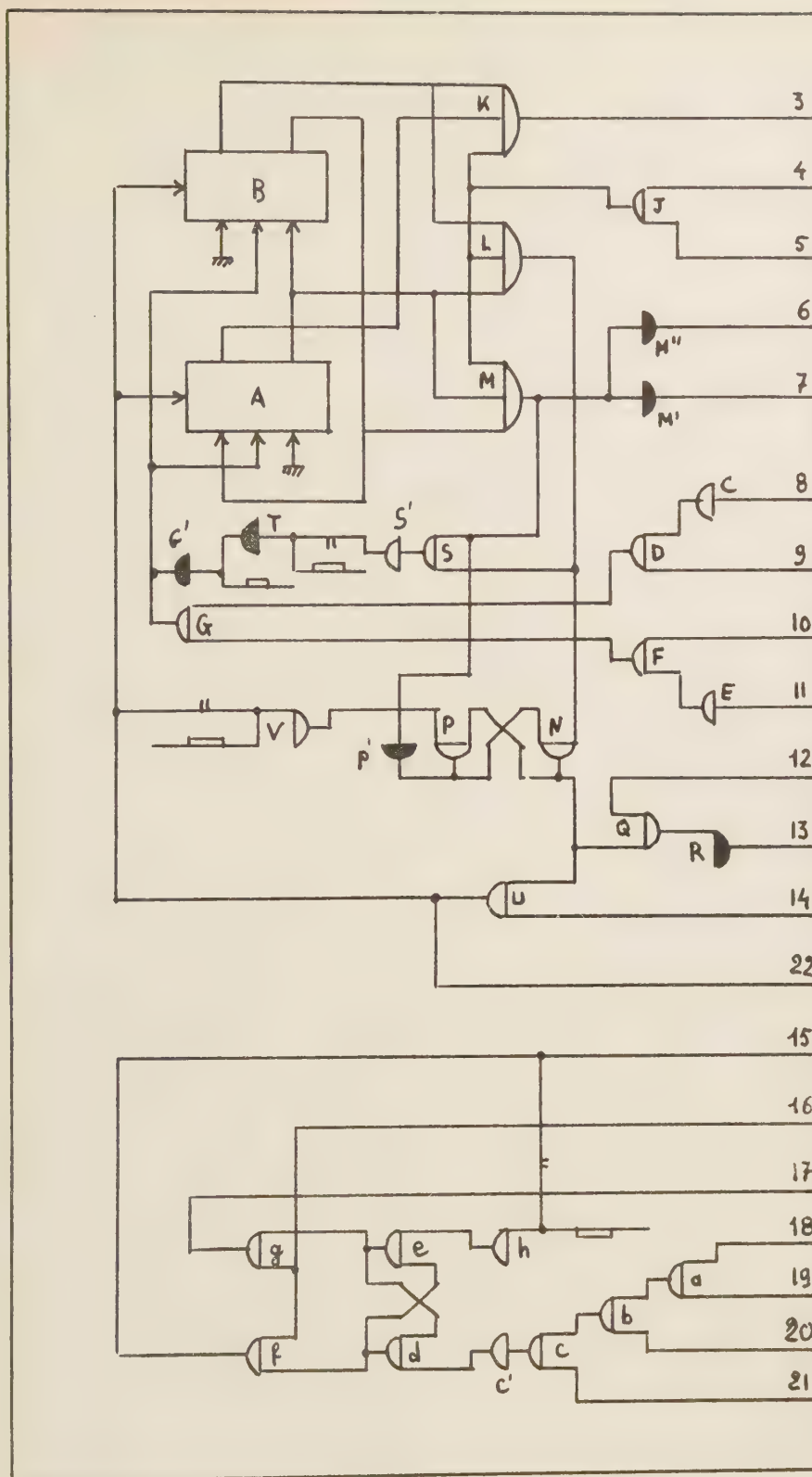




Contrôle des déplacements

FIG 432

Réalisation

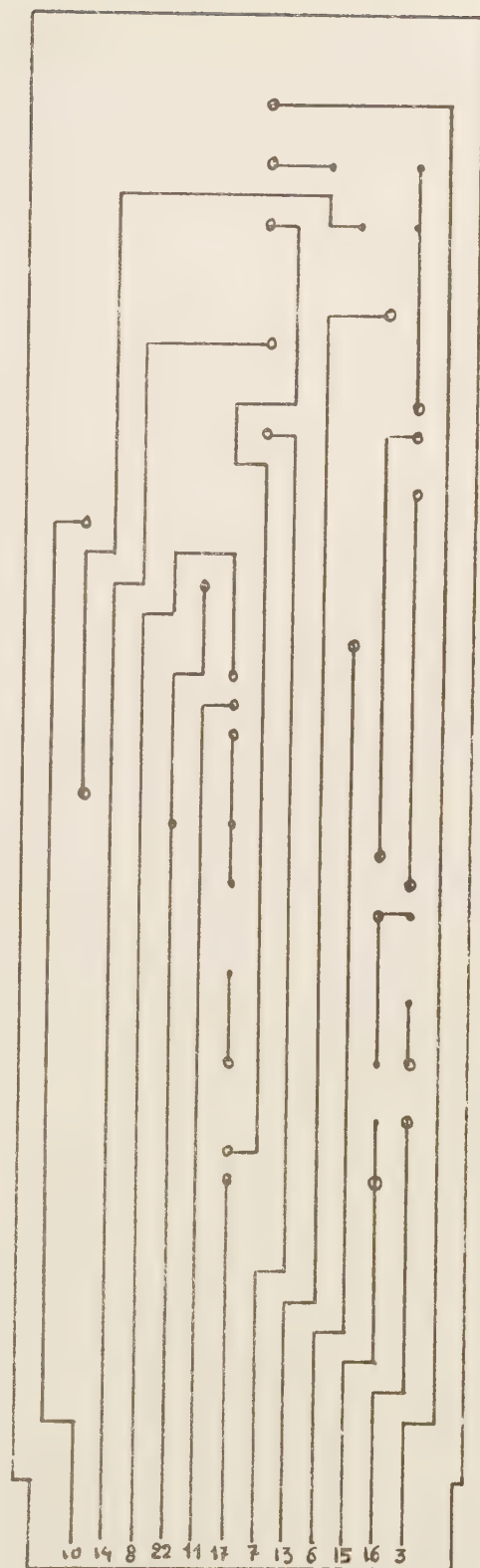
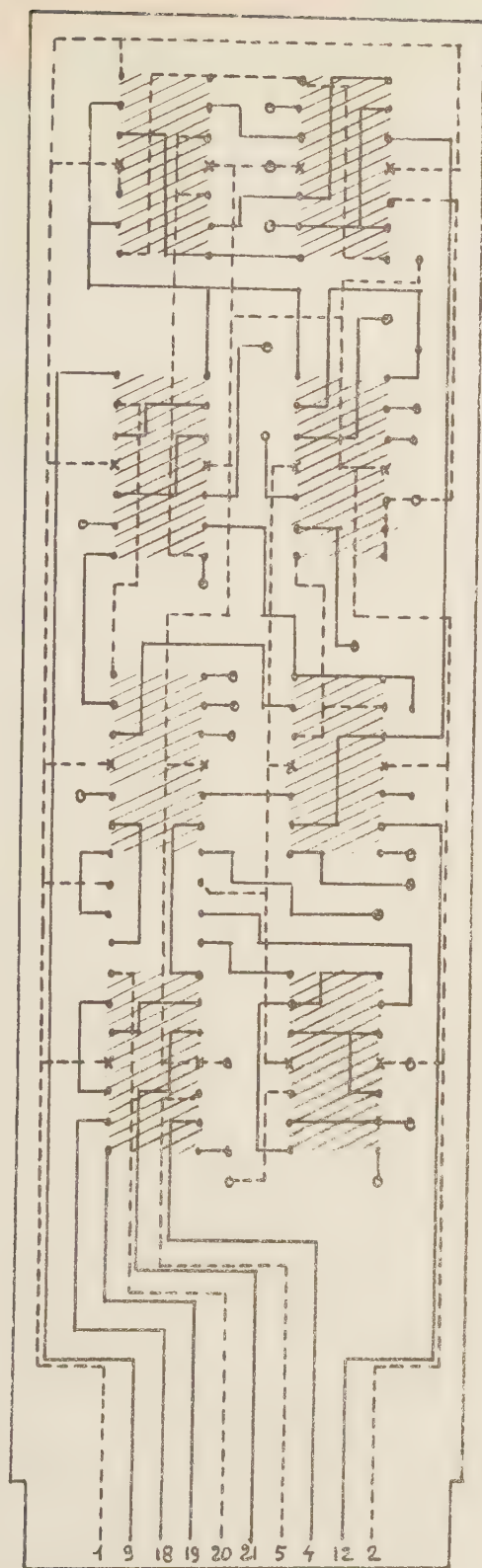


- 3 Progression muts capteurs
- 4 FO Rotation
- 5 FO Translation
- 6 Ordre d'impression
- 7 Attente d'exécution
- 8 Ordre de rotation
- 9 Condition C12
- 10 " C13
- 11 Ordre de translation
- 12 Creneaux de synchronisation
- 13 " d'identification
- 14 Rupture de sequence
- 22 Saut de programme
- 15 Ordre d'identification
- 16 FO General
- 17 Progression de l'identification
- 18 Fin de RAZ Tube
- 19 Fin de rotation du tube
- 20 Fonctionnement automatique
- 21 Ordre extérieur

Contrôle de l'identification

FIG 433

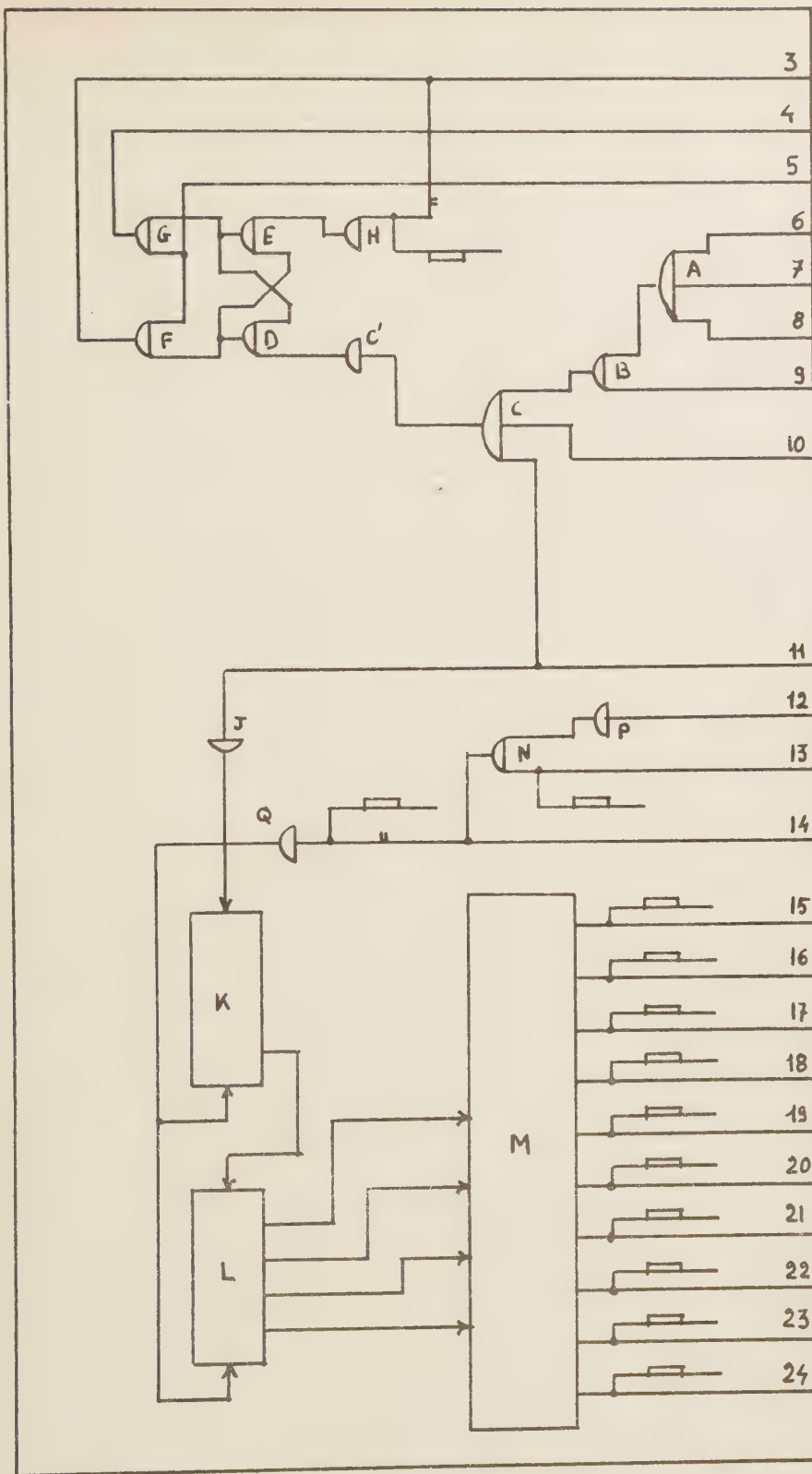
Principe



Controle de l'identification

FIG 434

Realisation

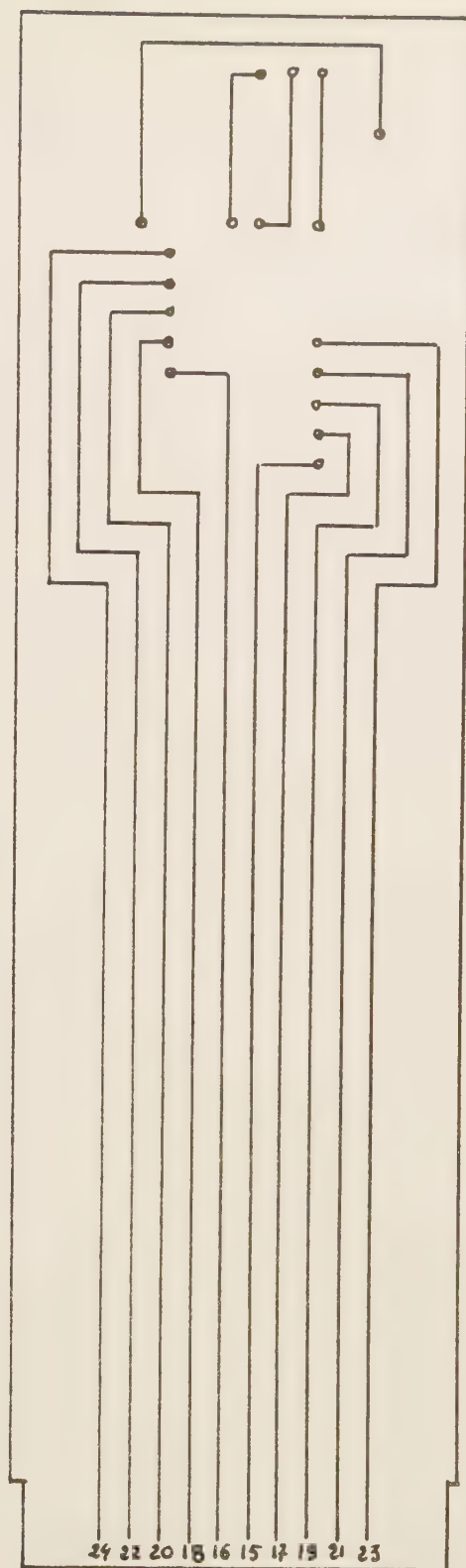
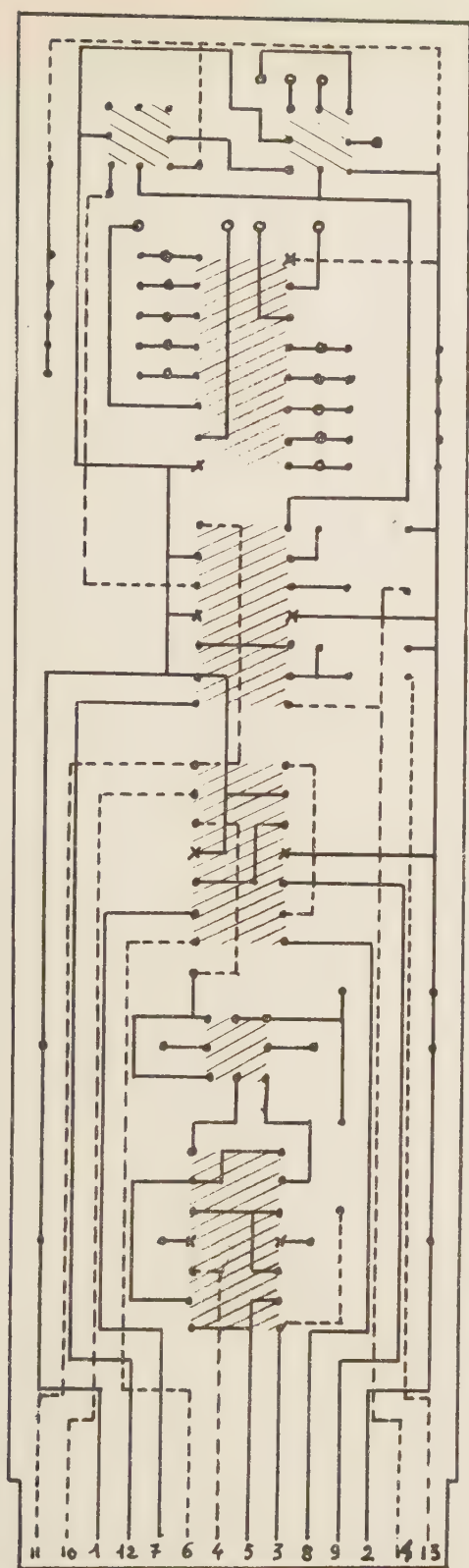


- | | |
|----|--------------------------------------|
| 3 | Declanchement 1 ^{ere} phase |
| 4 | Progression aiguillage |
| 5 | FO general |
| 6 | Initialisation |
| 7 | Fin de rotation |
| 8 | Fin de translation |
| 9 | Automatique |
| 10 | Ordre exterieur |
| 11 | Fin de sequence |
| 12 | Test compteur |
| 13 | Selecteur de pas |
| 14 | Fin de mesure |
| 15 | chiffre 0 |
| 16 | " 1 |
| 17 | " 2 |
| 18 | " 3 |
| 19 | " 4 |
| 20 | " 5 |
| 21 | " 6 |
| 22 | " 7 |
| 23 | " 8 |
| 24 | " 9 |

Contrôle des mesures

FIG 435

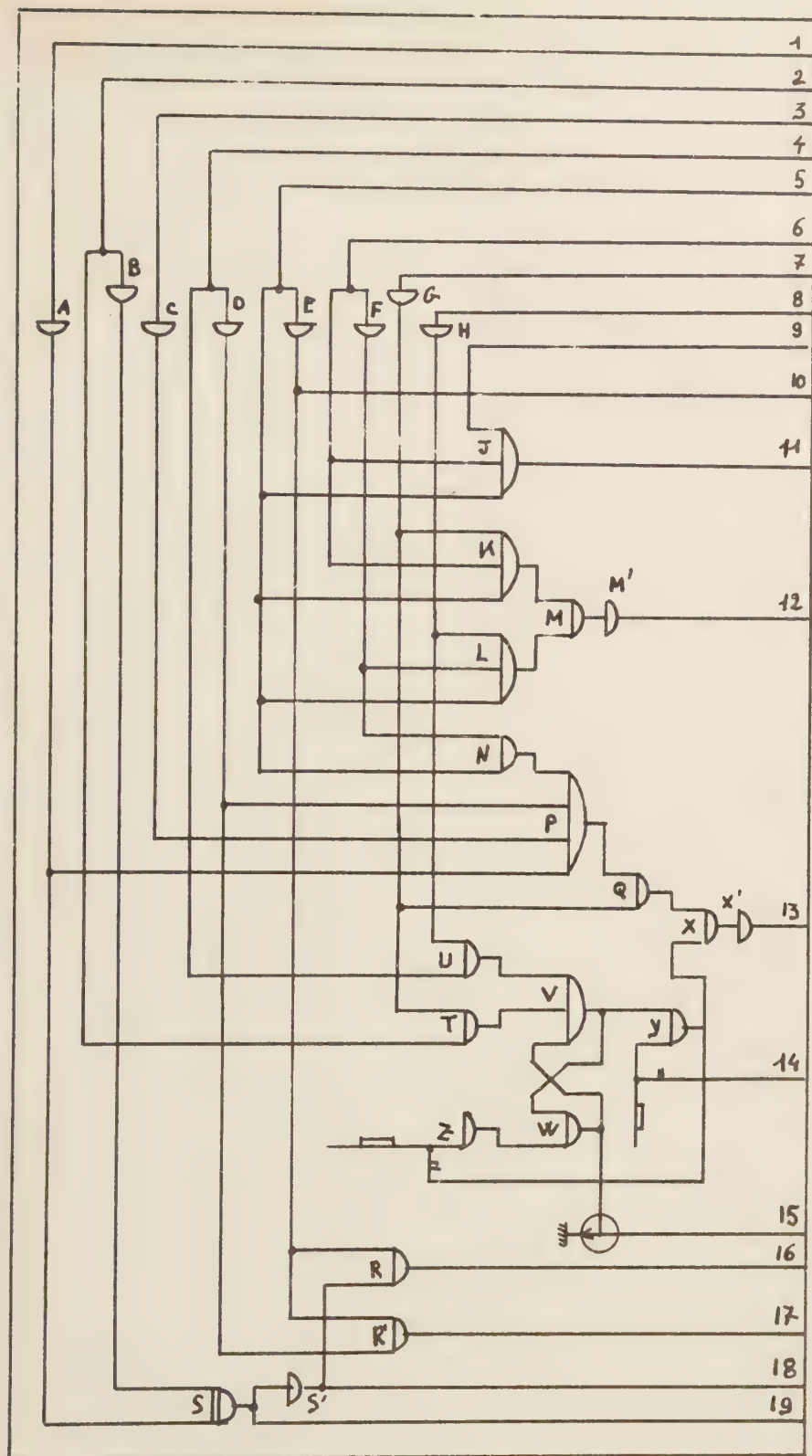
Principe



Controle des mesures

FIG 436

Realisation

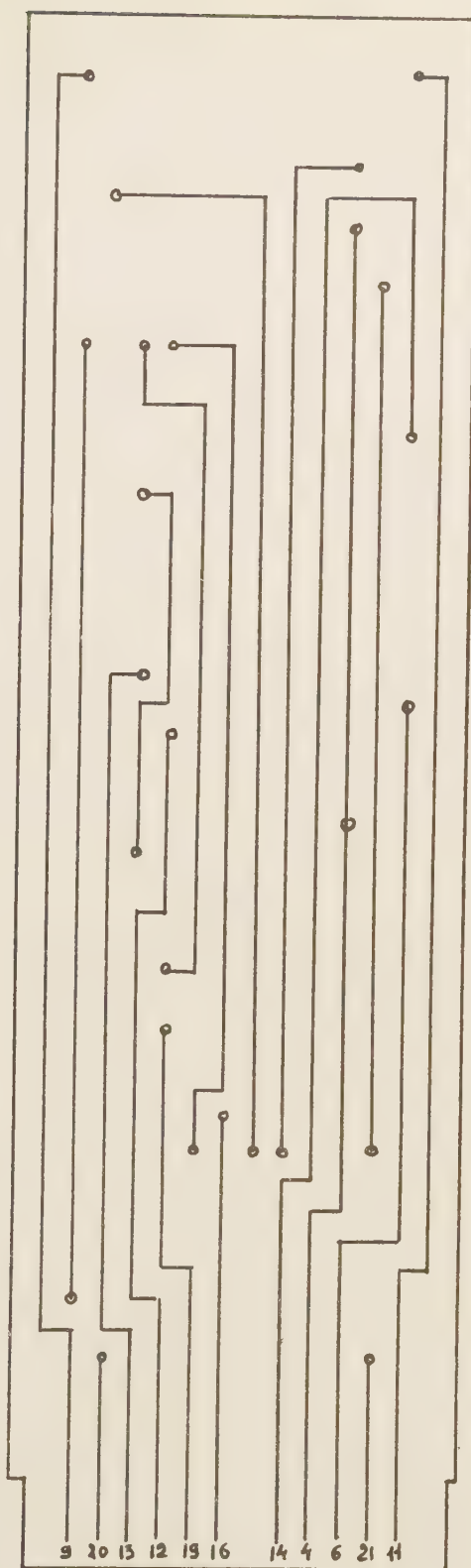
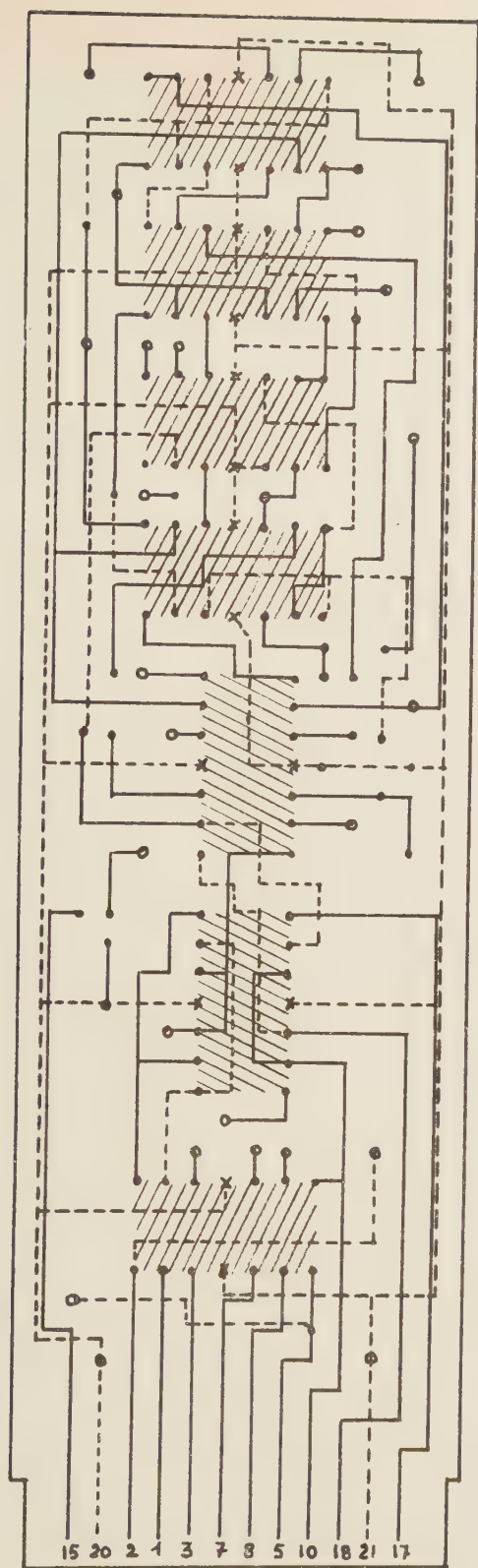


- 1 mode automatique
- 2 " manuel
- 3 Sequence speciale mode auto.
- 4 " " " man.
- 5 Controle exterieur.
- 6 Blocage
- 7 Fin d'operation TA.
- 8 signal de fin d'execution.
- 9 Ordre de rupture de sequence
- 10 signal de controle exterieur.
- 11 Ordre de saut inconditionnel.
- 12 ordre de calcul
- 13 Ordre d'enchaînement
- 14 poussoir de declenchement
- 15 Temoin d'attente
- 16 verrouillage de l'entrée
- 17 " de la sortie
- 18 Progression du circuit de sortie
- 19 signal de mode automatique

Selecteur de mode

FIG 437

Principe



Selecteur de mode

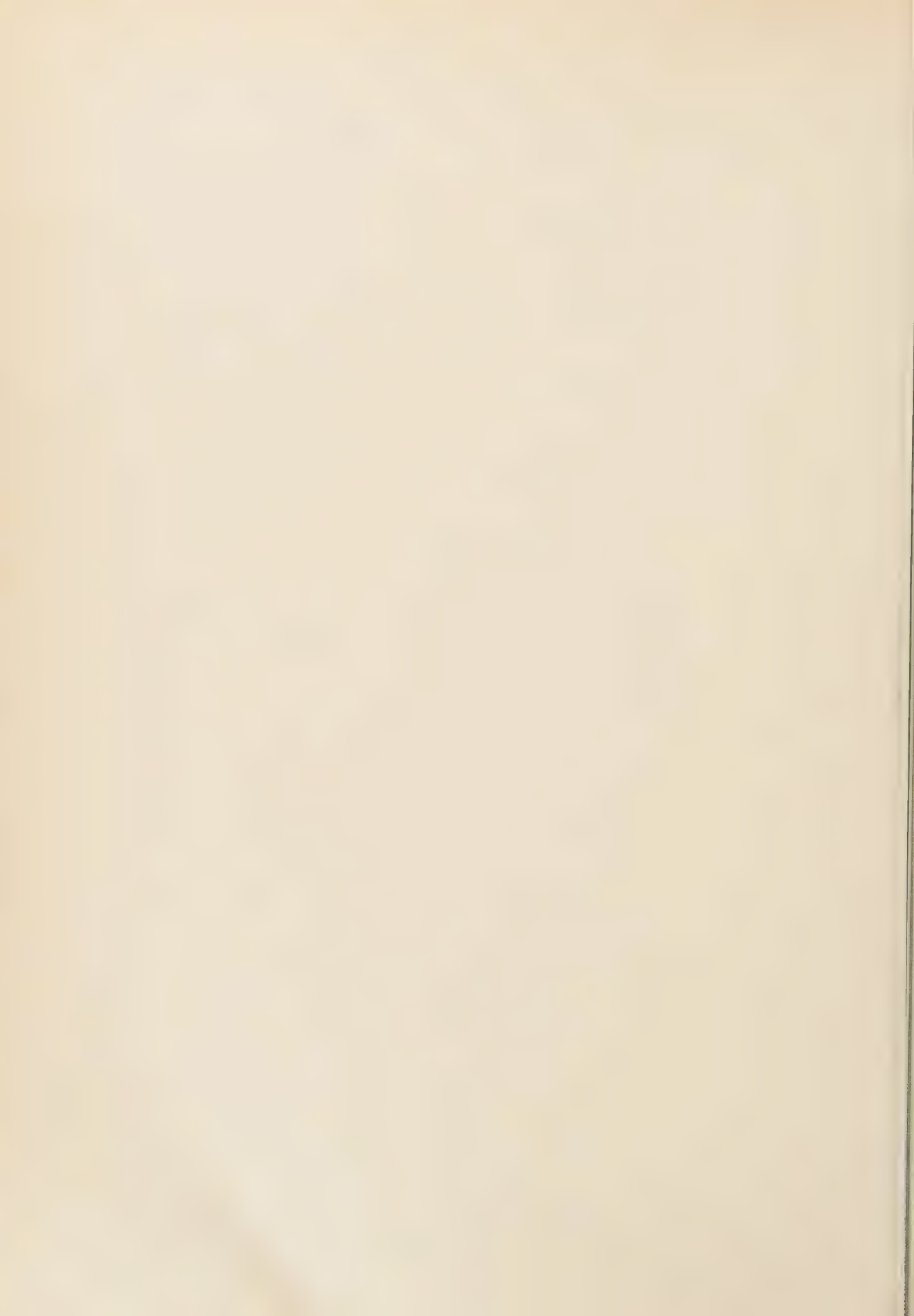
FIG 438

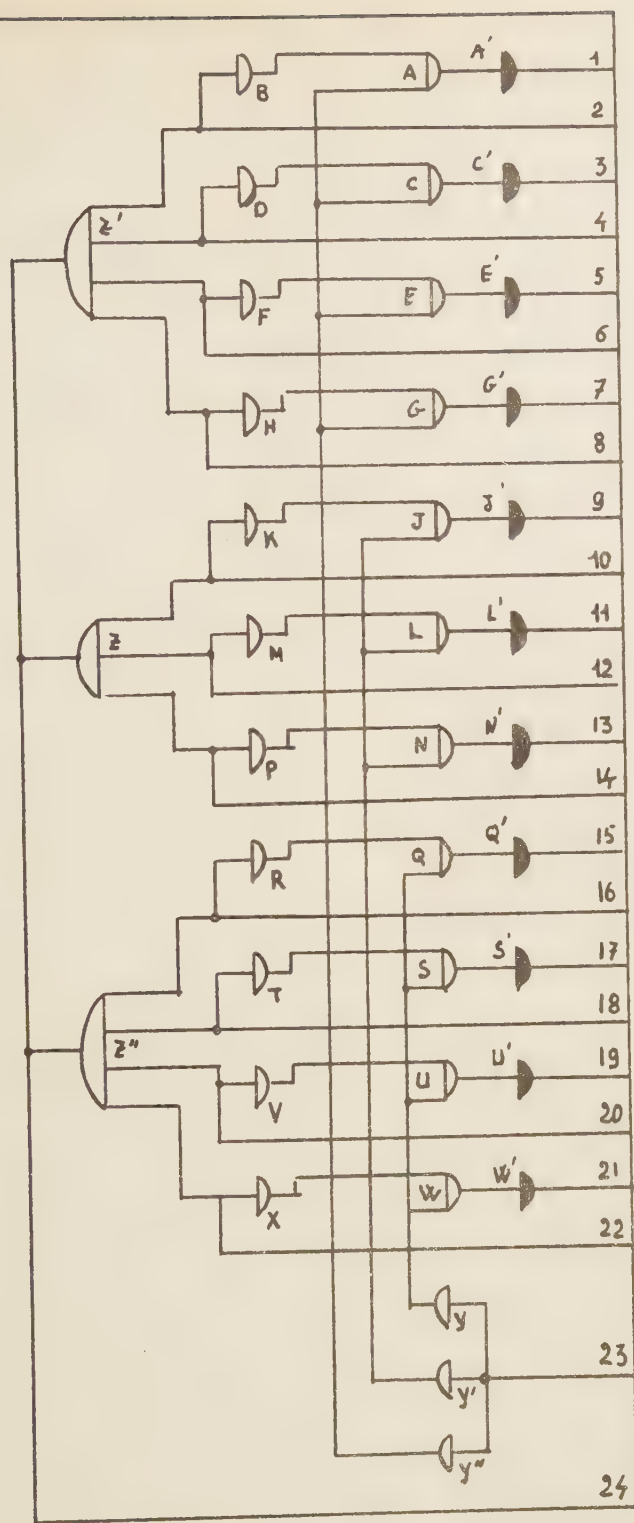
Realisation

Tableau 434

SELECTEUR DE MODE

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X		X			- 3	mode automatique	Etat zéro
2	X		X			- 6	mode manuel	" "
3	X		X			- 3	Séquence spéciale automatique	" "
4	X		X			- 6	" " manuelle	" "
5	X		X			- 15	Contrôle extérieur	" "
6	X			X		- 9	Blocage	" UN
7	X		X			- 3	Fin d'opération tiroir auxil.	Créneau positif
8	X			X		- 3	Fin d'exécution	" "
9	X			X		- 3	Ordre de rupture de séquence	" négatif
10		X		X		+ 10	Signal de contrôle extérieur	Etat UN
11		X		X		+ 16	Ordre de saut inconditionnel	Créneau positif
12		X		X		+ 16	Ordre de calcul	" "
13		X		X		+ 16	Ordre d'enchaînement	" "
14	X		X			- 5	Poussoir de déclenchement	" " manuel
15		X	X			30 mA	Témoin d'attente	
16		X		X		+ 16	Verrouillage de l'entrée	Etat UN
17		X		X		+ 16	" de la sortie	" "
18		X		X		+ 29	Progression de la sortie	" ZERO
19		X		X			Signal de mode automatique	" "
20	X		X				Potentiel zéro de référence	
21	X		X				Source d'énergie + 3,6 V	
22								
23								
24								
25								
26								



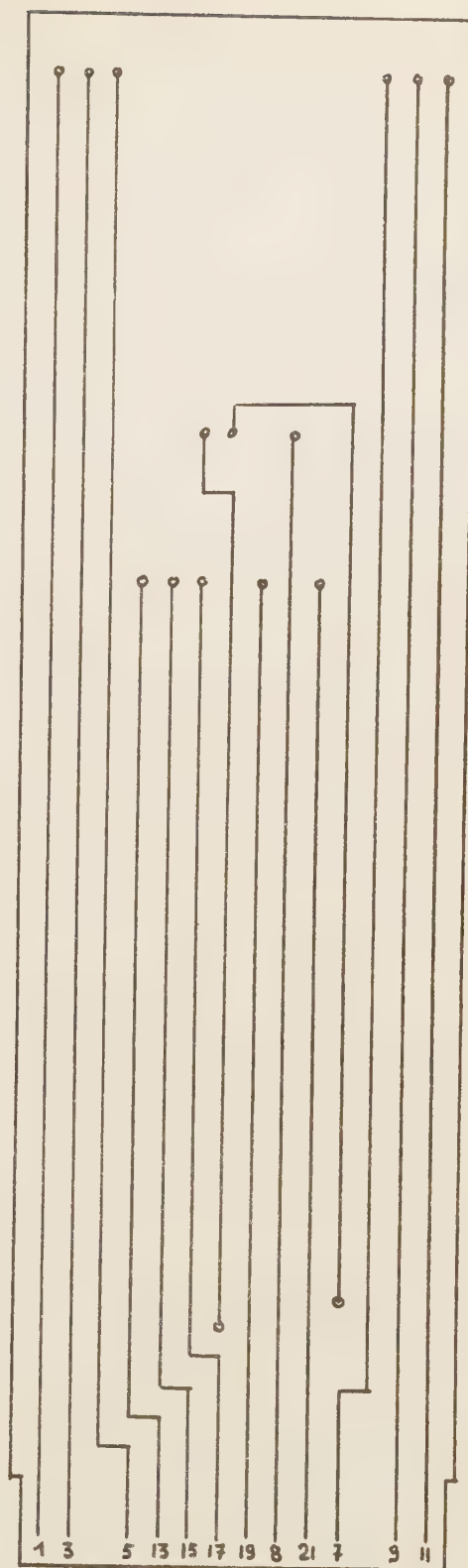
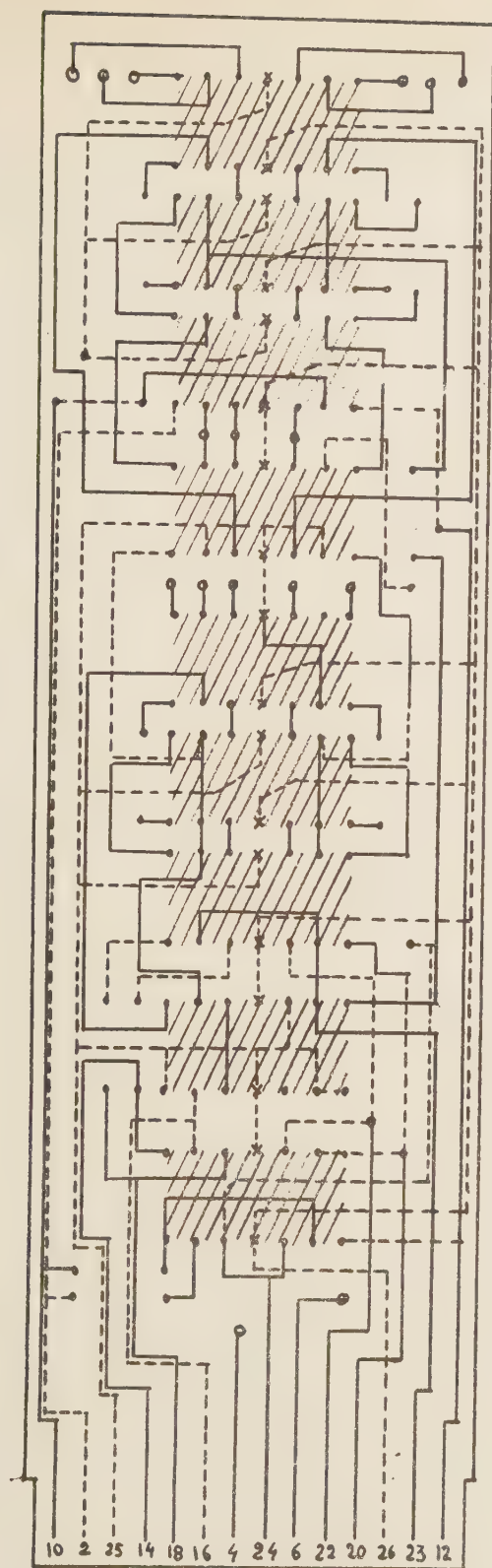


- Colonne 1
1
2 Fin de RZ rotation (C_1)
3 Colonne 2
4 Fin de RZ translation (C_2)
5 Colonne 3
6 Fin de RZ tube (C_3)
7 Colonne 4
8 Fin de rotation (C_4)
9 Colonne 5
10 Fin de translation (C_5)
11 Colonne 6
12 Fin de déplacement du tube (C_6)
13 Colonne 7
14 Fin d'identification (C_7)
15 Colonne 8
16 Fin de mesure (C_8)
17 Colonne 9
18 Rotation maximum (C_9)
19 Colonne 10
20 Translation maximum (C_{10})
21 Colonne 11
22 Rotation max du tube (C_{11})
23 Deblocage
24 Commande de sortie

Sous-ensemble d'entree

FIG 439

Principe



Sous-ensemble d'entree

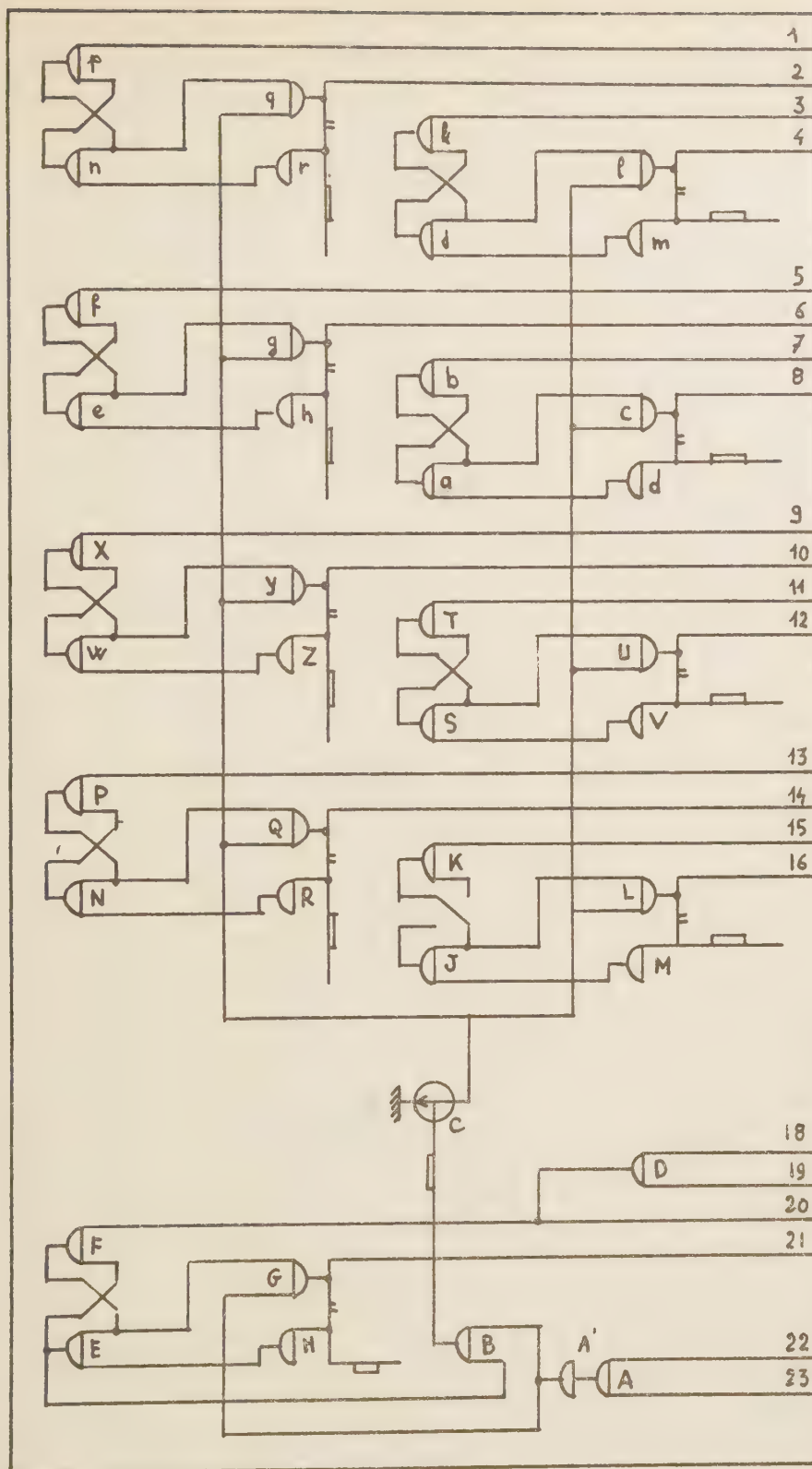
FIG 4310

Realisation

Tableau 435

SOUS-ENSEMBLE D'ENTREE

N°	NAT DEST.					SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1		X	X			- 2	Colonne 1	Créneau négatif (expandeur)
2	X				X	- 7	Condition C1	" positif
3		X	X			- 2	Colonne 2	" négatif (expandeur)
4	X				X	- 7	Condition C2	" positif
5		X	X			- 2	Colonne 3	" négatif (expandeur)
6	X				X	- 7	Condition C3	" positif
7		X	X			- 2	Colonne 4	" négatif
8	X				X	- 7	Condition C4	" positif
9		X	X			- 2	Colonne 5	" négatif
10	X				X	- 7	Condition C5	" positif
11		X	X			- 2	Colonne 6	" négatif
12	X				X	- 7	Condition C6	" positif
13		X	X			- 2	Colonne 7	" négatif
14	X				X	- 7	Condition C7	" positif
15		X	X			- 2	Colonne 8	" négatif
16	X				X	- 7	Condition C8	" positif
17		X	X			- 2	Colonne 9	" négatif
18	X				X	- 7	Condition C9	" positif
19		X	X			- 2	Colonne 10	" négatif
20	X				X	- 7	Condition C10	" positif
21		X	X			- 2	Colonne 11	" négatif
22	X				X	- 7	Condition C11	" positif
23	X				X	- 9	Débloccage des portes	" positif
24		X			X	+ 12	Commande de sortie	" négatif
25	X			X			Potentiel zéro	
26	X			X			Source d'énergie + 3,6 V	



Ligne 1
Ordre RZ tube
Ligne 2
Ordre rotation tube

Ligne 3
Ordre RZ translation
Ligne 4
Ordre translation

Ligne 5
Ordre RZ Rotation
Ligne 6
Ordre rotation

Ligne 7
Ordre de mesure
Ligne 8
Ordre d'identification

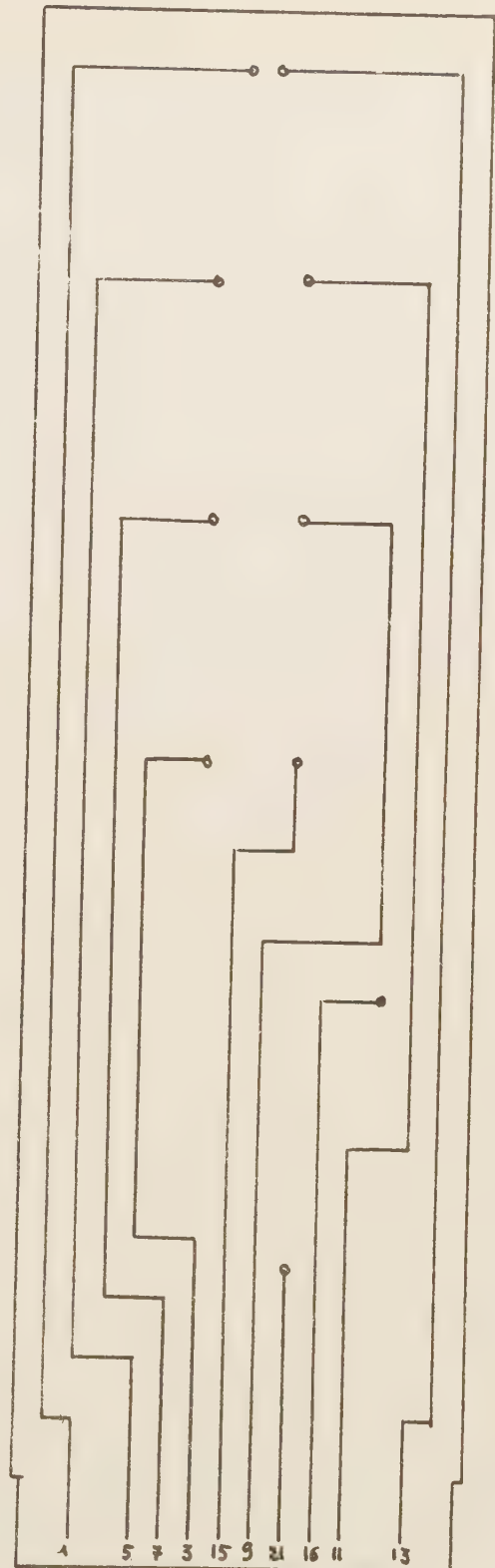
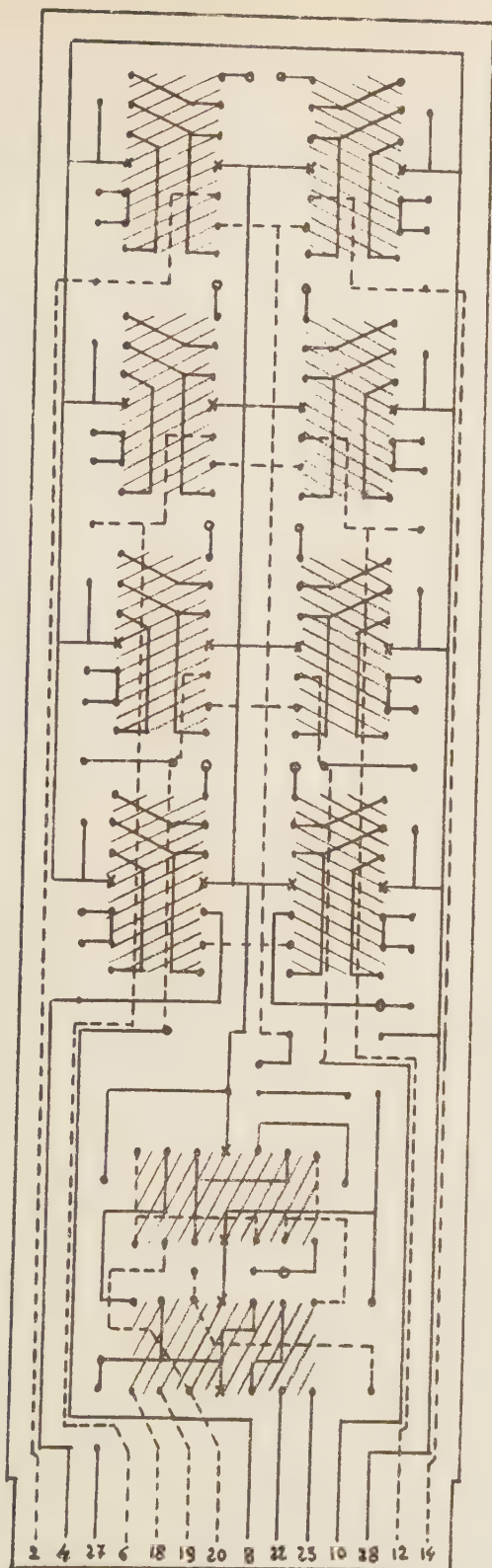
Selecteur de mode (437, 17)
Creneau d'entrée (439, 24)
Selecteur de mode (437, 8)

FO Général
Selecteur de mode (437, 19)

Sous-ensemble de sortie

FIG 4311

Principe



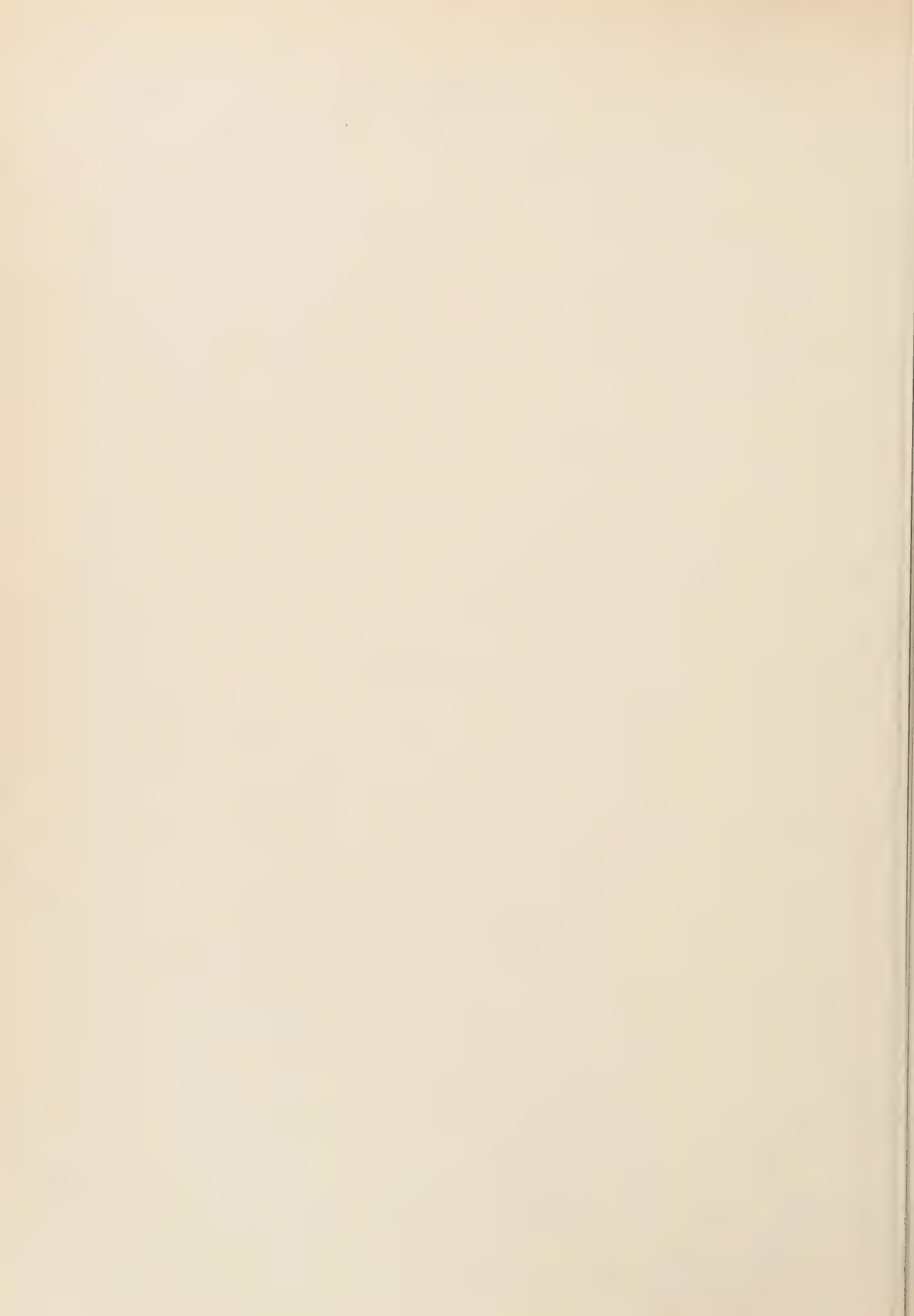
Sous-ensemble de sortie

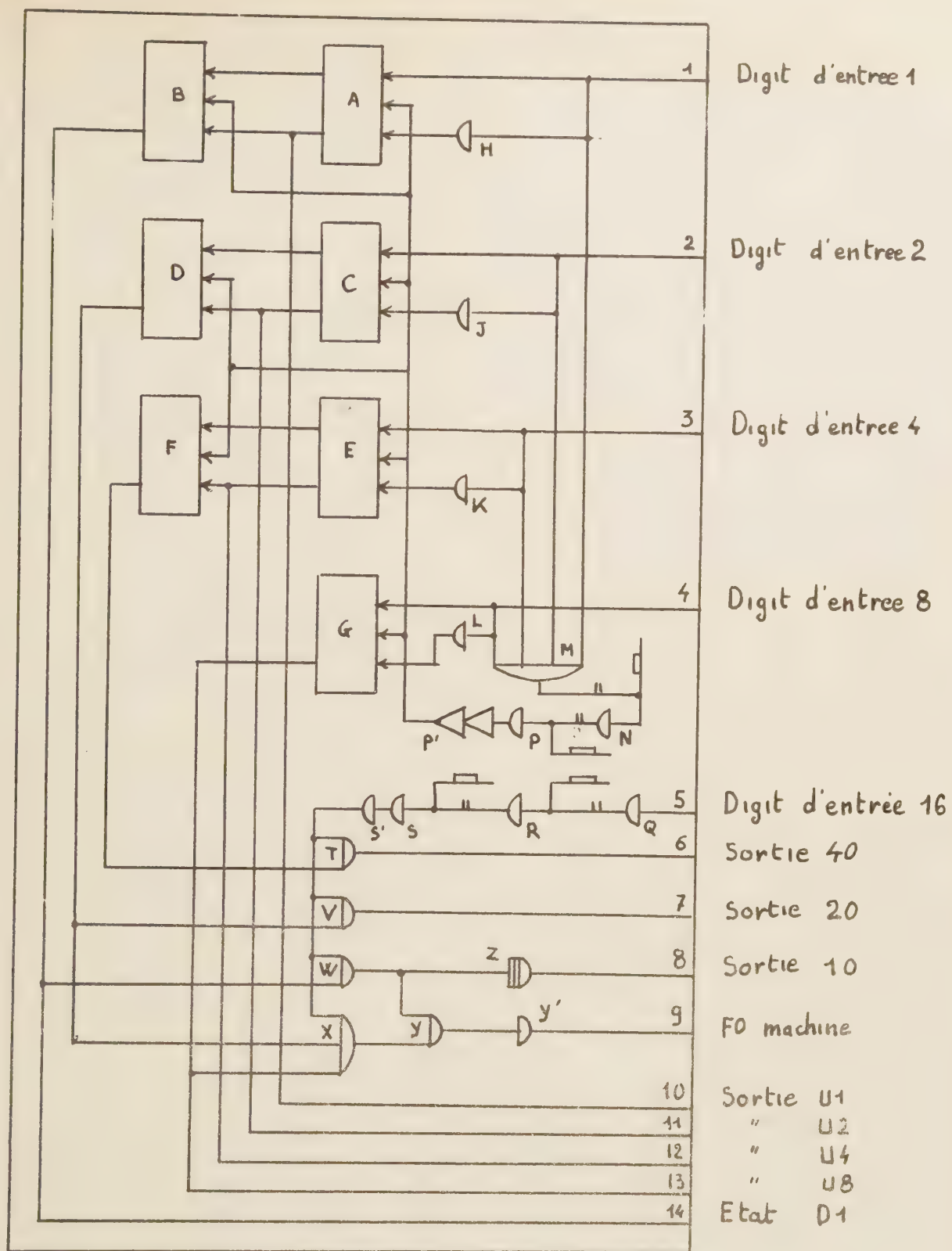
FIG 4312

Realisation

Tableau 436
SOUS-ENSEMBLE DE SORTIE

N°	NAT			DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T				
1	X				X	- 3	Ligne 1	Créneau positif	
2		X			X	+ 10	Ordre RZ Tube	" "	
3	X				X	- 3	Ligne 2	" "	
4		X			X	+ 10	Ordre de rotation du tube	" "	
5	X				X	- 3	Ligne 3	" "	
6		X			X	+ 10	Ordre de recul des capteurs	" "	
7	X				X	- 3	Ligne 4	" "	
8		X			X	+ 10	Ordre d'avance des capteurs	" "	
9	X				X	- 3	Ligne 5	" "	
10		X			X	+ 10	Ordre de réorientation des capt.	" "	
11	X				X	- 3	Ligne 6	" "	
12		X			X	+ 10	Ordre de rotation des capteurs	" "	
13	X				X	- 3	Ligne 7	" "	
14		X			X	+ 10	Ordre de mesure	" "	
15	X				X	- 3	Ligne 8	" "	
16		X			X	+ 10	Ordre d'identification	" "	
17							Non utilisé		
18	X				X	- 3	Déverrouillage de la sortie	Etat zéro	
19	X				X	- 3	Déclanchement de la sortie	Créneau négatif	
20		X				+ 13	Non connecté	Prise de test	
21		X				+ 10	Commande du sélecteur de mode	Créneau positif	
22	X				X	- 3	Fin d'opération général	" négatif	
23	X				X	- 3	Déblocage de la progression	Etat zéro	
24	X			X			Potentiel zéro		
25	X			X			Source d'énergie + 3,6 V		
26									

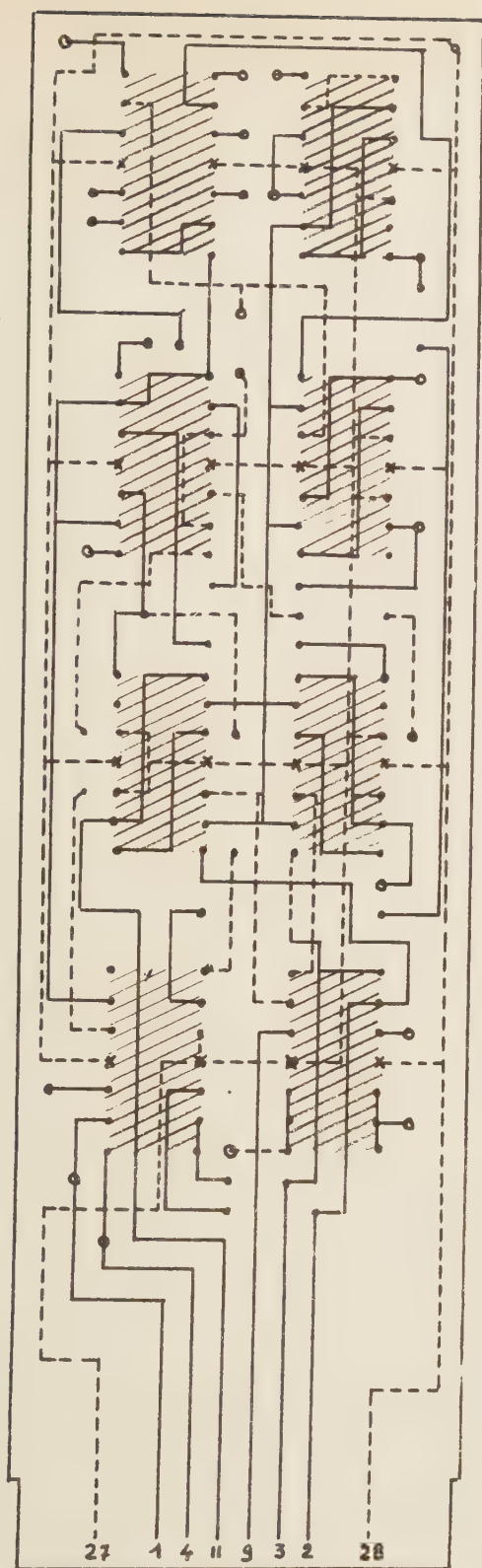




Sous-ensemble de reception

FIG 441

Principe



Sous-ensemble de reception

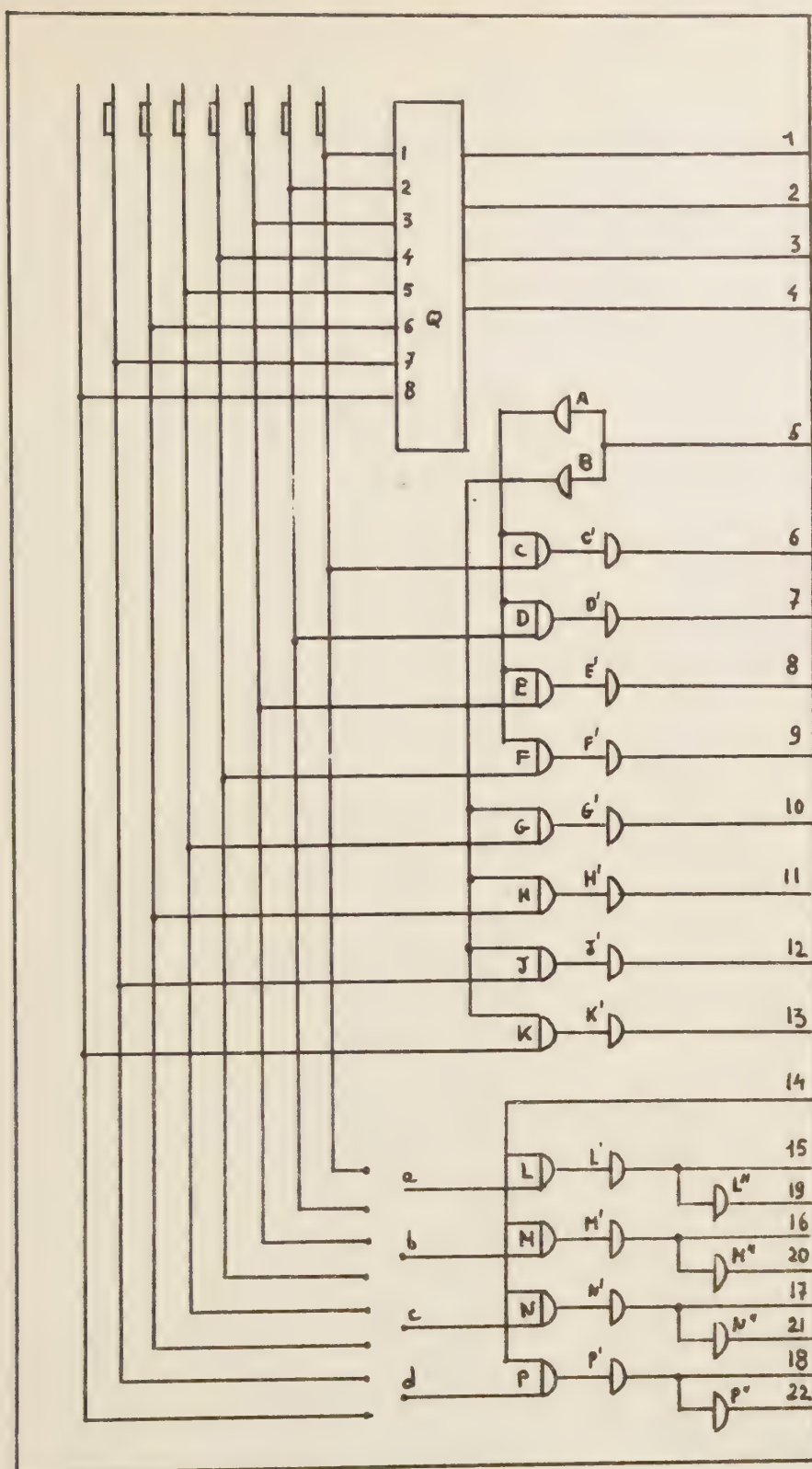
FIG 442

Realisation

Tableau 441

SOUS-ENSEMBLE DE RECEPTION

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X			X		- 6	Digit 1	Créneau positif court
2	X			X		- 6	" 2	" " "
3	X			X		- 6	" 4	" " "
4	X			X		- 6	" 8	" " "
5	X			X		- 3	" 16	" " "
6		X			X	+ 16	Sortie D4	" " "
7		X			X	+ 16	" D2	" " "
8		X			X	+ 48	" D1	" négatif "
9		X			X	+ 16	F. O. machine	" " "
10		X			X	+ 13	Sortie U1	Créneau " long
11		X			X	+ 13	" U2	" " "
12		X			X	+ 13	" U4	" " "
13		X			X	+ 13	" U8	" " "
14		X			X	+ 13	Etat D1	Etat zéro
15	X			X			Potentiel zéro	
16	X			X			Source d'énergie + 3,6 V	
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								



Entree 8

" 4

" 2

" 1

Entree 20 ou 40

Sortie 21 ou 41

" 22 " 42

" 23 " 43

" 24 " 44

" 25 " 45

" 26 " 46

" 27 " 47

" 28 " 48

Entree 10

Sorties 11 ou 12

" 13 " 14

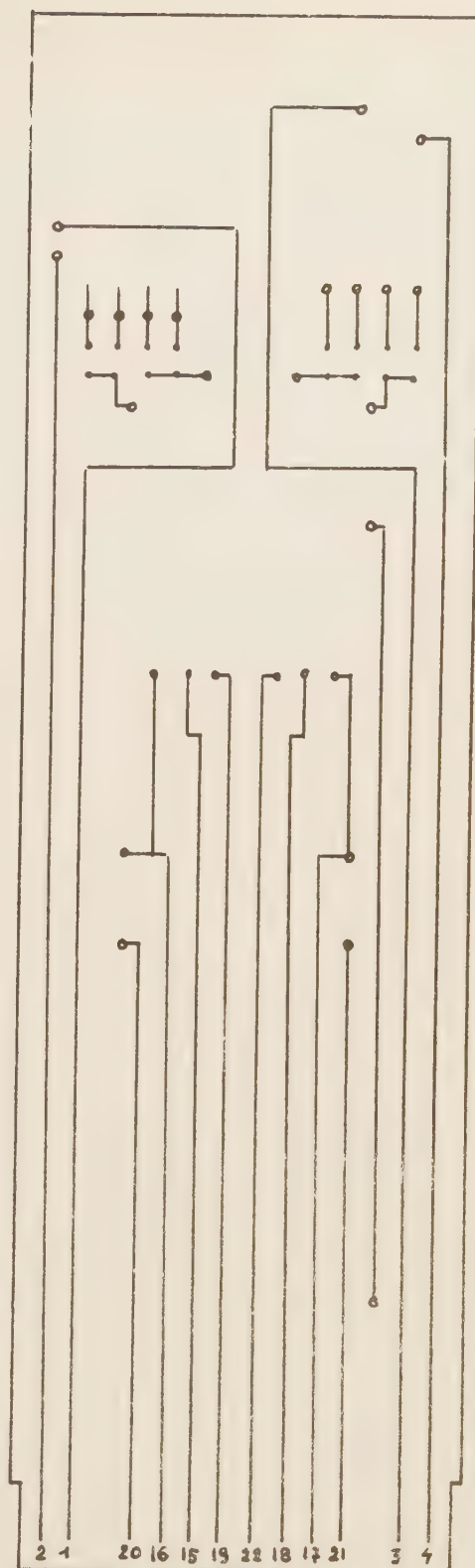
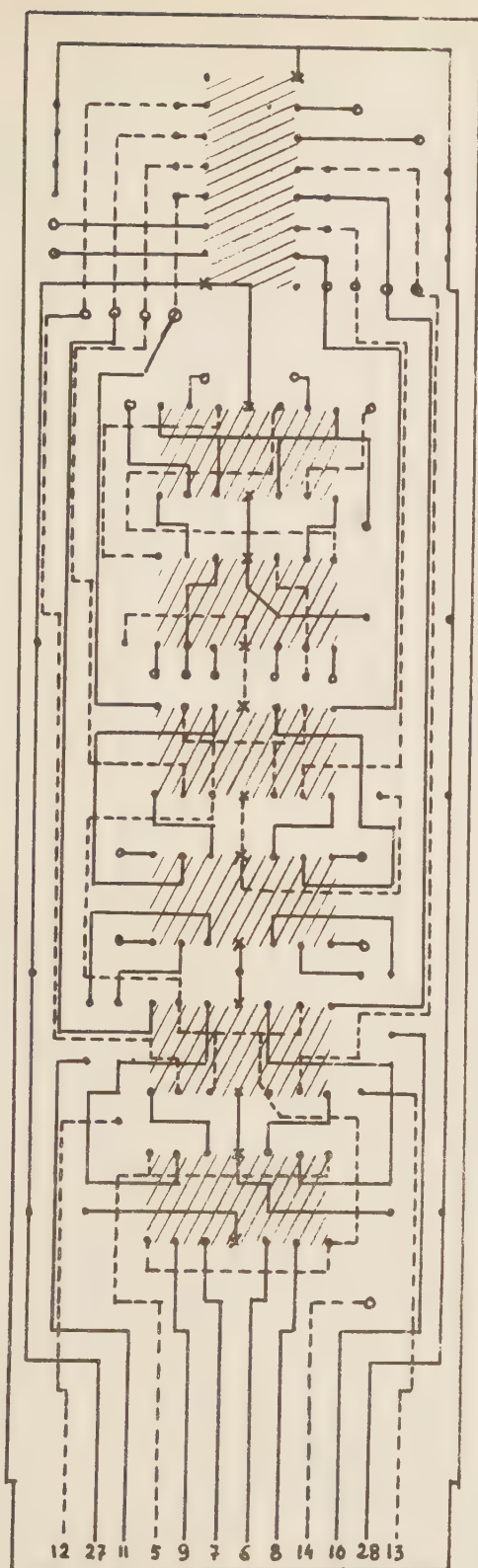
" 15 " 16

" 17 " 18

Sous-ensembles decodeurs

FIG 443

Principe



Sous-ensembles decodeurs

FIG 444

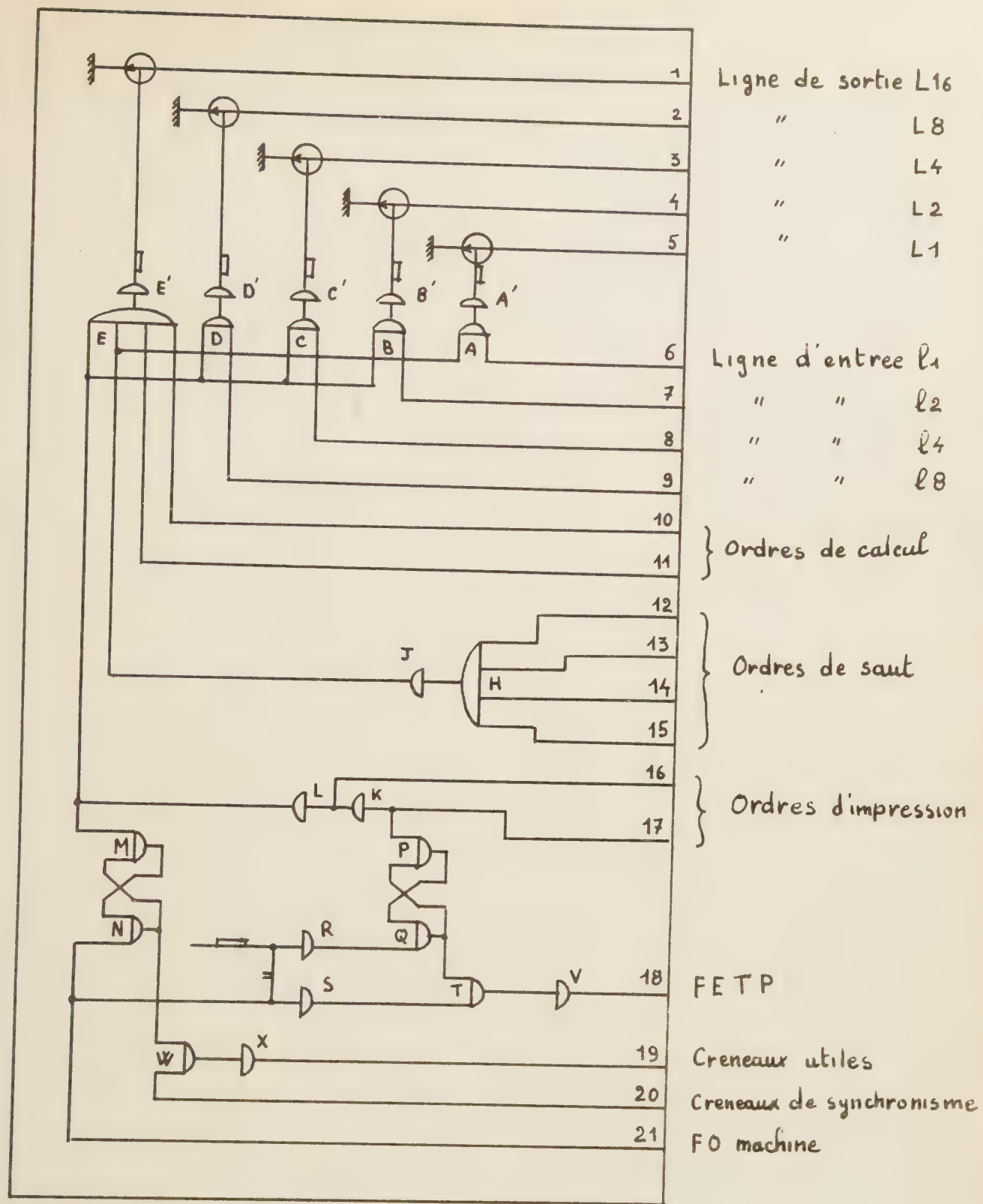
Realisation

Tableau 442

DECODEURS

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X				X	- 3	Entrée U8	Etat zéro
2	X				X	- 3	" U4	Etat zéro
3	X				X	- 3	" U2	" "
4	X				X	- 3	" U1	" "
5	X				X	- 6	" D2 ou D4	Créneau positif court
6		X			X	+ 16	Sortie 21 ou 41	Créneau positif court
7		X			X	+ 16	" 22 ou 42	" " "
8		X			X	+ 16	" 23 ou 43	" " "
9		X			X	+ 16	" 24 ou 44	" " "
10		X			X	+ 16	" 25 ou 45	" " "
11		X			X	+ 16	" 26 ou 46	" " "
12		X			X	+ 16	" 27 ou 47	" " "
13		X			X	+ 16	" 28 ou 48	" " "
14	X				X	- 12	Entrée D1	Créneau négatif court
15		X	X			+ 13	Sortie 11 ou 12	" " "
16		X	X			+ 13	" 13 ou 14	" " "
17		X	X			+ 13	" 15 ou 16	" " "
18		X	X			+ 13	" 17 ou 18	" " "
19		X			X	+ 16	Sortie inversée 11 ou 12	" positif "
20		X			X	+ 16	" " 13 ou 14	" " "
21		X			X	+ 16	" " 15 ou 16	" " "
22		X			X	+ 16	" " 17 ou 18	" " "
23	X				X		Potentiel zéro	
24	X				X		Source d'énergie + 3,6 V	
25								
26								

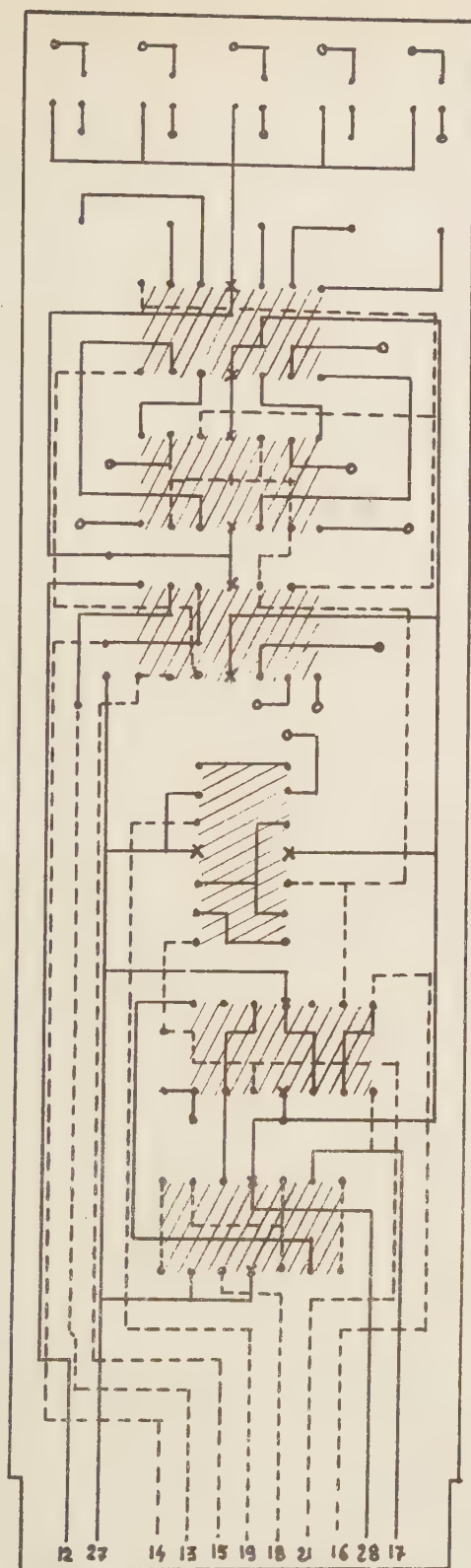




Sous-ensemble d'émission

FIG 445

Principe



Sous-ensemble d'émission

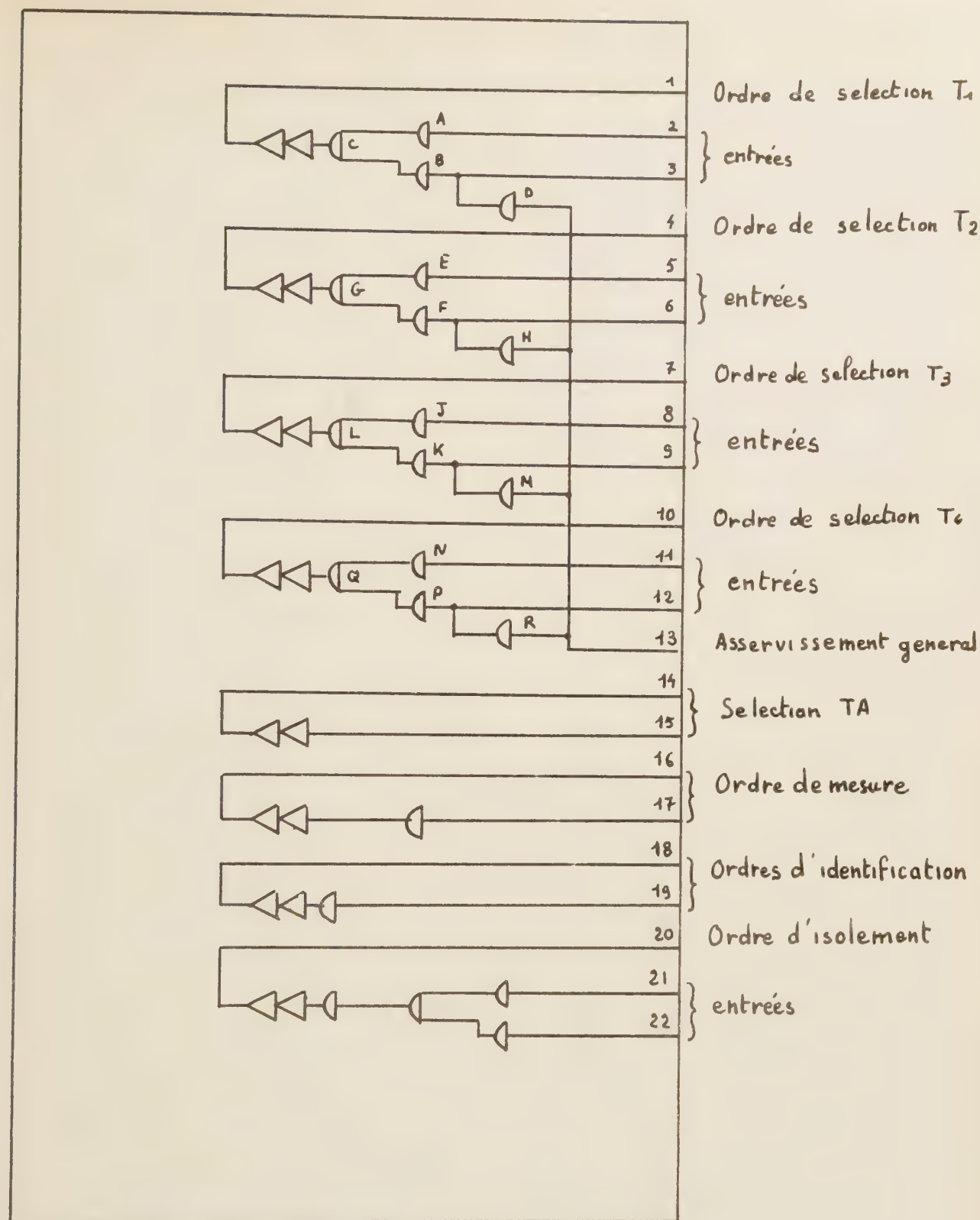
FIG 446

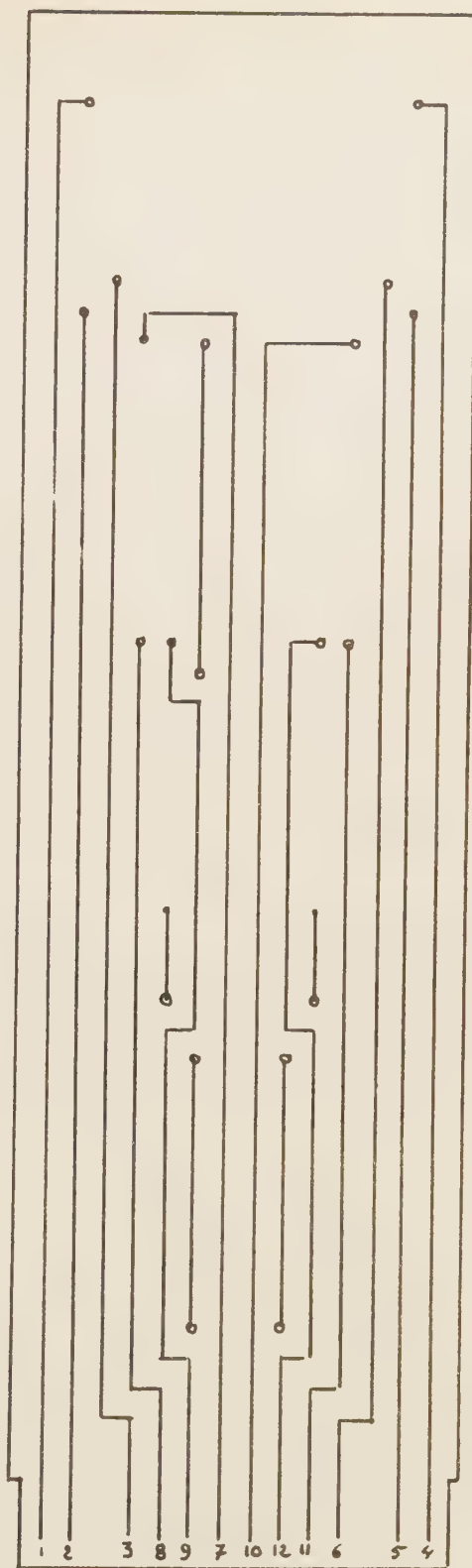
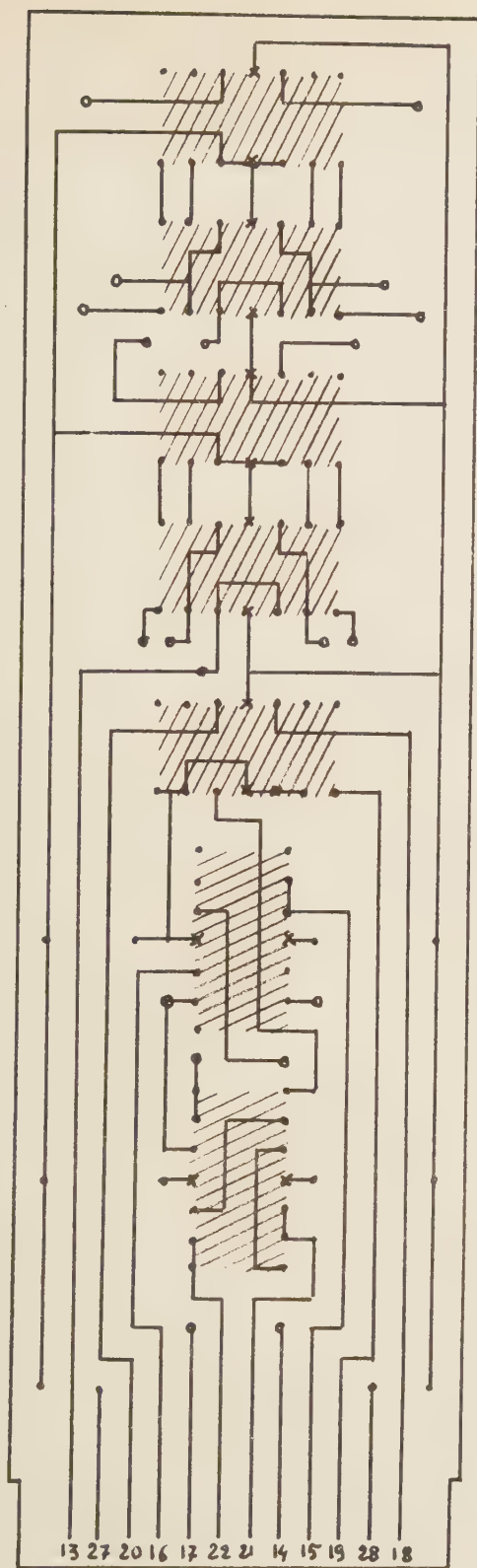
Realisation

Tableau 443

SOUS-ENSEMBLE D'EMISSION

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1		X		X			Ligne de sortie 16	Collecteur de transistor
2		X		X			Ligne de sortie 8	Collecteur de transistor
3		X		X			Ligne de sortie 4	Collecteur de transistor
4		X		X			Ligne de sortie 2	Collecteur de transistor
5		X		X			Ligne de sortie 1	Collecteur de transistor
6	X			X		- 3	Ligne de lecture 1	Créneau positif
7	X			X		- 3	Ligne de lecture 2	Créneau positif
8	X			X		- 3	Ligne de lecture 4	Créneau positif
9	X			X		- 3	Ligne de lecture 8	Créneau positif
10	X			X		- 3	~~Ordres de calcul~~	Créneau positif
11	X			X		- 3		Créneau positif
12	X			X		- 3		Créneau positif
13	X			X		- 3	~~Ordres de saut de programme~~	Créneau positif
14	X			X		- 3	" " " " "	Créneau positif
15	X			X		- 3		Créneau positif
16		X		X		+ 13	~~Ordres d'impression~~	~~Connexion d'expansurs~~
17	X			X		- 6		
18		X		X		+ 16	Fin d'opération du tiroir pilote	Créneau négatif
19		X		X		+ 16	Créneaux utiles	Créneau négatif
20	X			X		- 3	Créneaux de synchronisation	Emis par l'unité de traitement
21	X			X		- 13	Fin d'opération machine	Créneau positif
22	X			X			Potentiel zéro	
23	X			X			Source d'énergie + 3,6 V	
24								
25								
26								

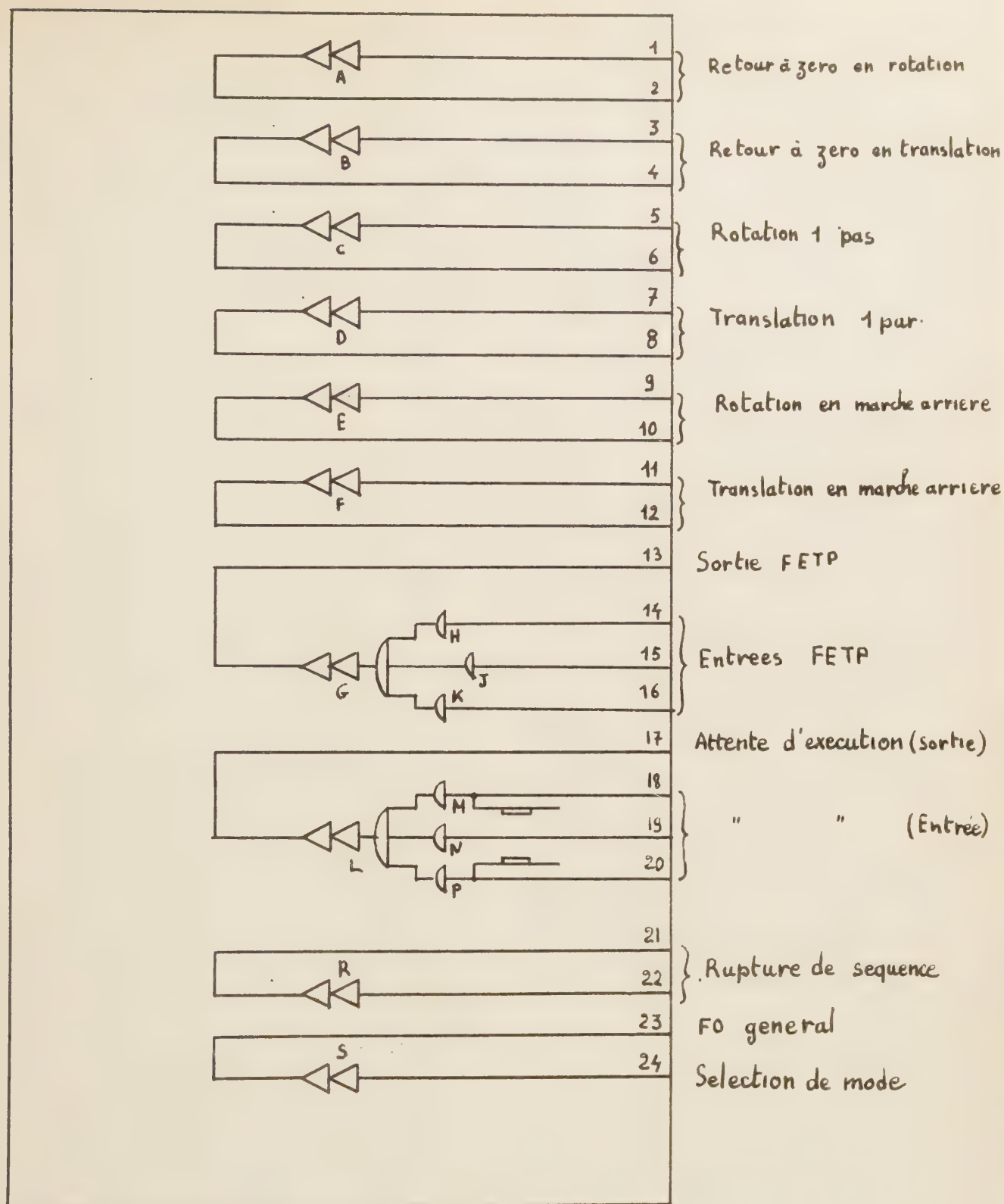


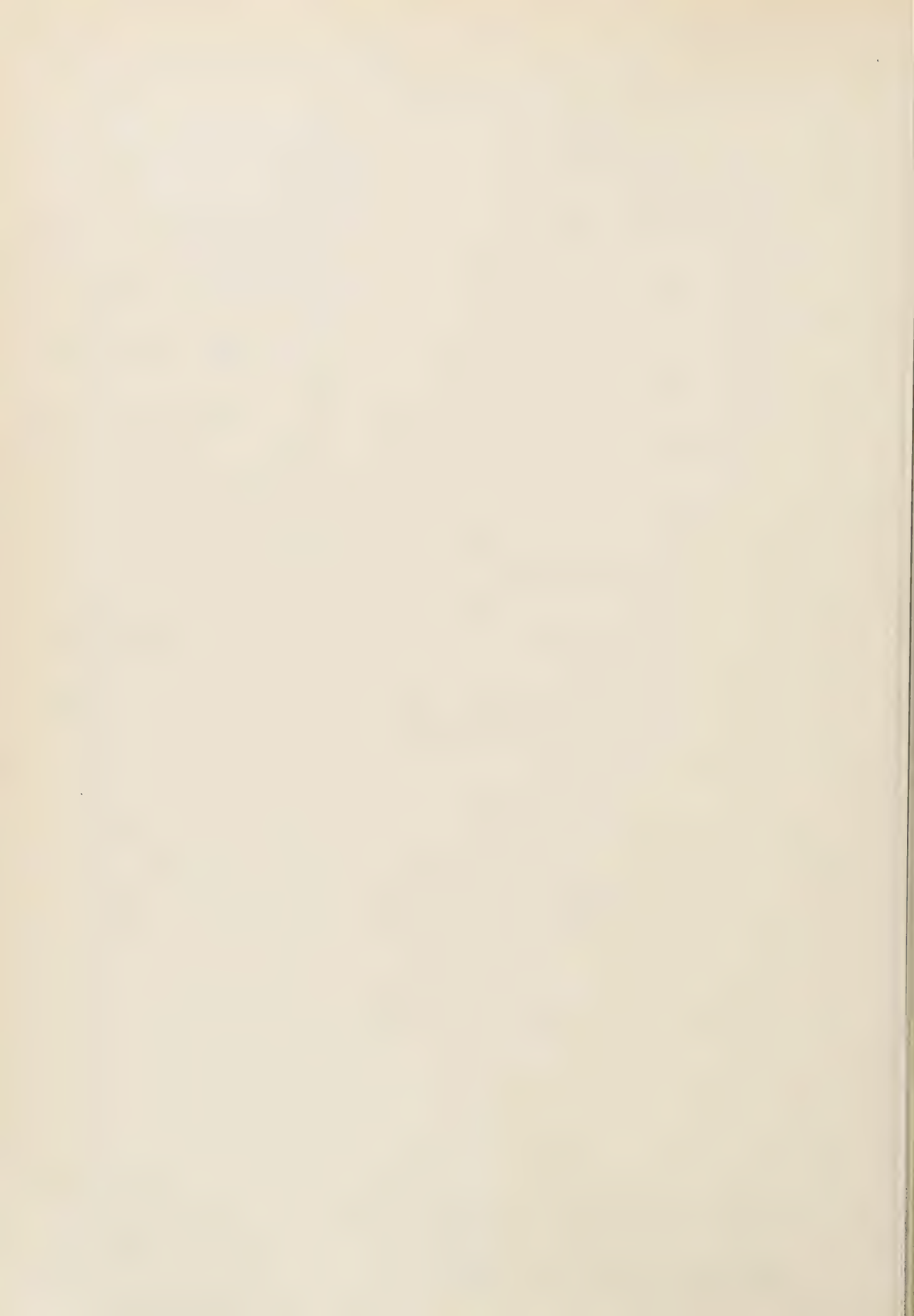


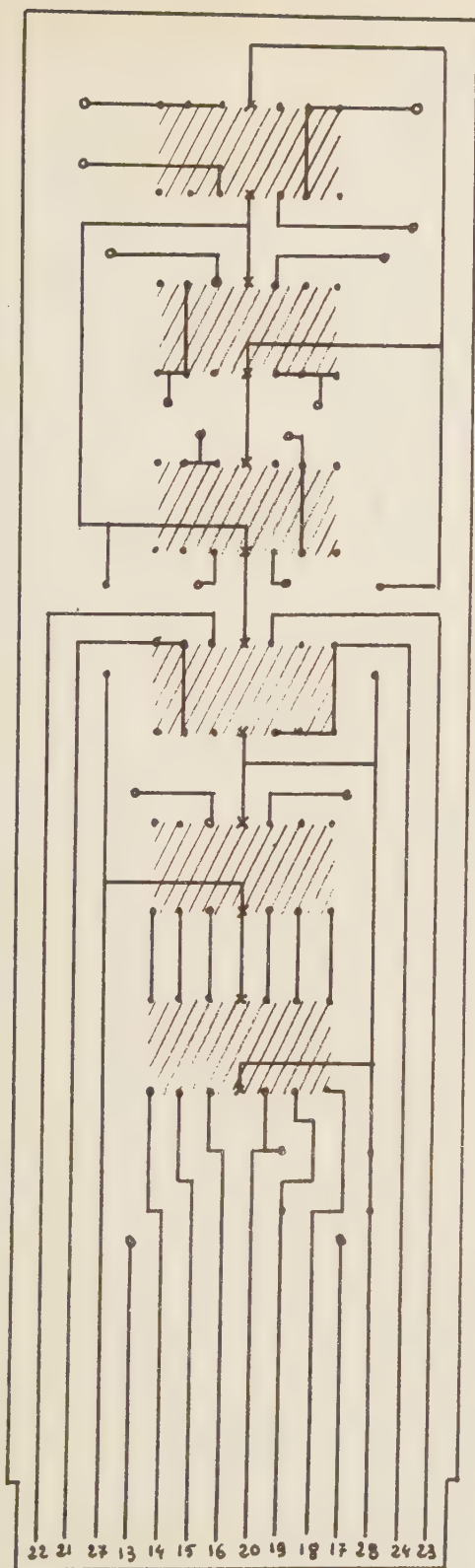
Commande des Asservissements

FIG 452

Realisation







Commande des mouvements

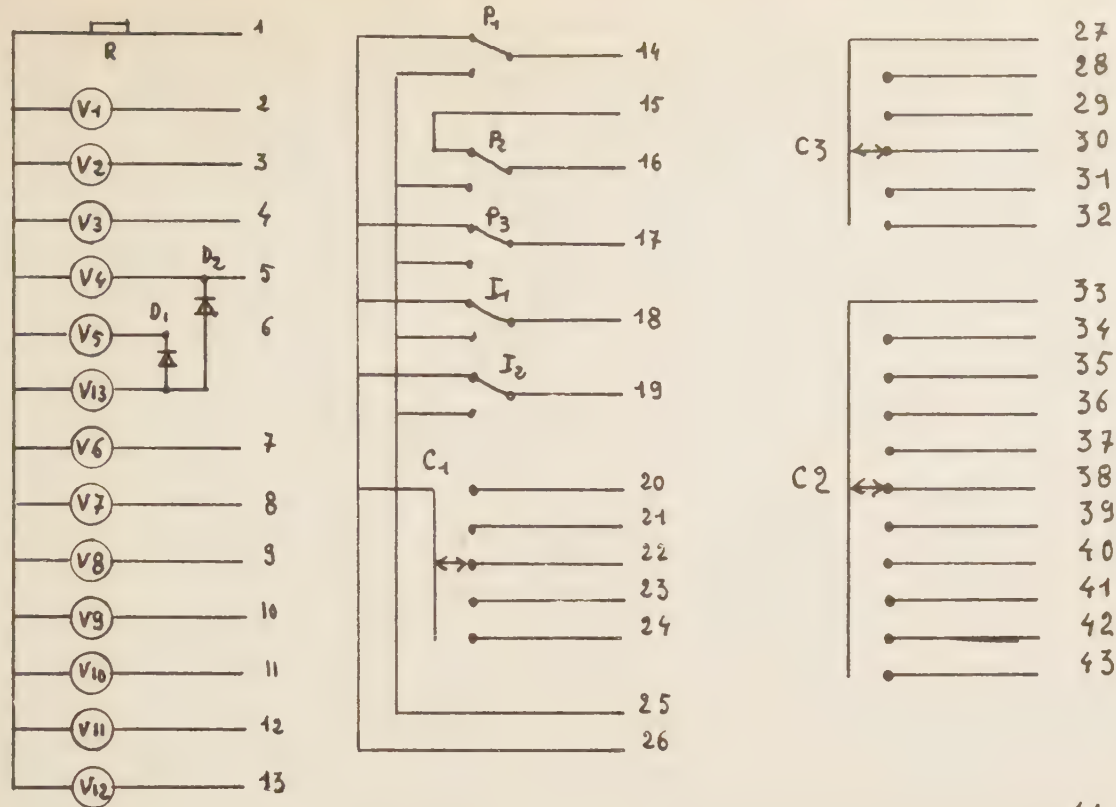
FIG 454

Realisation

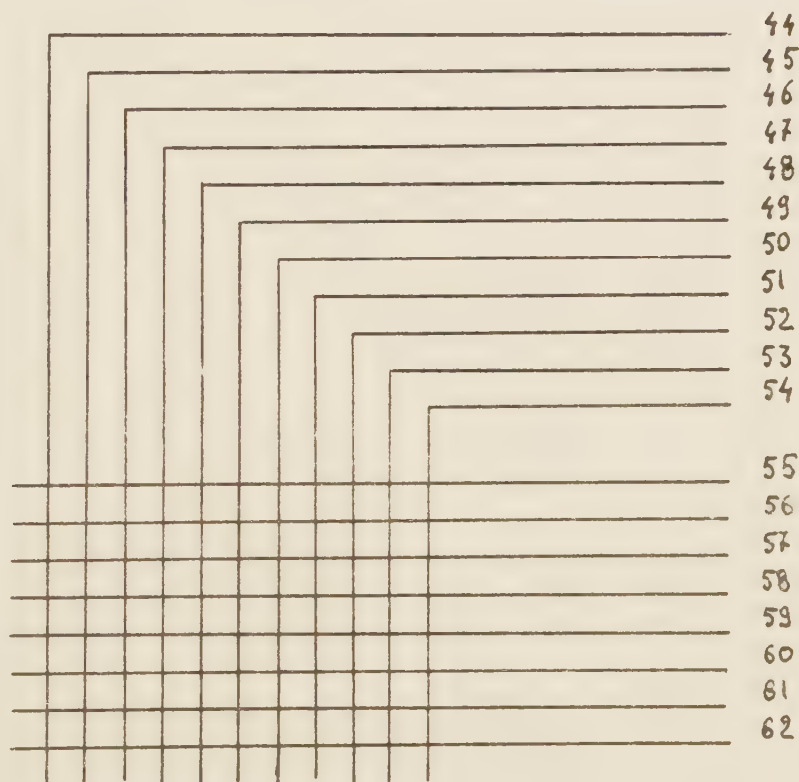


Tableau 452
COMMANDE DES MOUVEMENTS

N°	NAT		DEST.			SORTANCE	DESIGNATION	OBSERVATIONS
	E	S	F	B	T			
1	X				X	- 3	Retour à zéro en rotation	Créneau négatif
2		X		X		+ 80	Retour à zéro en rotation	créneau positif
3	X				X	- 3	Retour à zéro en translation	créneau négatif
4		X		X		+ 80	Retour à zéro en translation	créneau positif
5	X				X	- 3	Rotation un pas	créneau négatif
6		X		X		+ 80	Rotation d'un pas	créneau positif
7	X				X	- 3	Translation d'un pas	créneau négatif
8		X		X		+ 80	Translation d'un pas	créneau positif
9	X				X	- 3	Rotation en marche arrière	créneau négatif
10		X		X		+ 80	Rotation en marche arrière	créneau positif
11	X				X	- 3	Translation en marche arrière	créneau négatif
12		X		X		+ 80	Translation en marche arrière	créneau positif
13		X		X		+ 80	Fin d'exécution T. P.	créneau positif
14	X				X	- 3	Entrée F.E. T.P.	créneau négatif
15	X				X	- 3		créneau négatif
16	X				X	- 3		créneau négatif
17		X		X		+ 80	Attente d'exécution	créneau positif
18	X				X	+ 10	Entrées A E	connexion d'expansurs
19	X				X	- 3		créneaux négatifs
20	X				X	+ 10		connexion d'expansurs
21		X			X	+ 80	Rupture de séquence	créneau négatif
22	X			X		- 3	Rupture de séquence	créneau positif
23		X			X	+ 80	F O général	créneau négatif
24	X				X	- 3	F O général	créneau positif
25	X			X			Potentiel zéro	
26	X			X			Source d'énergie + 3,6 V	



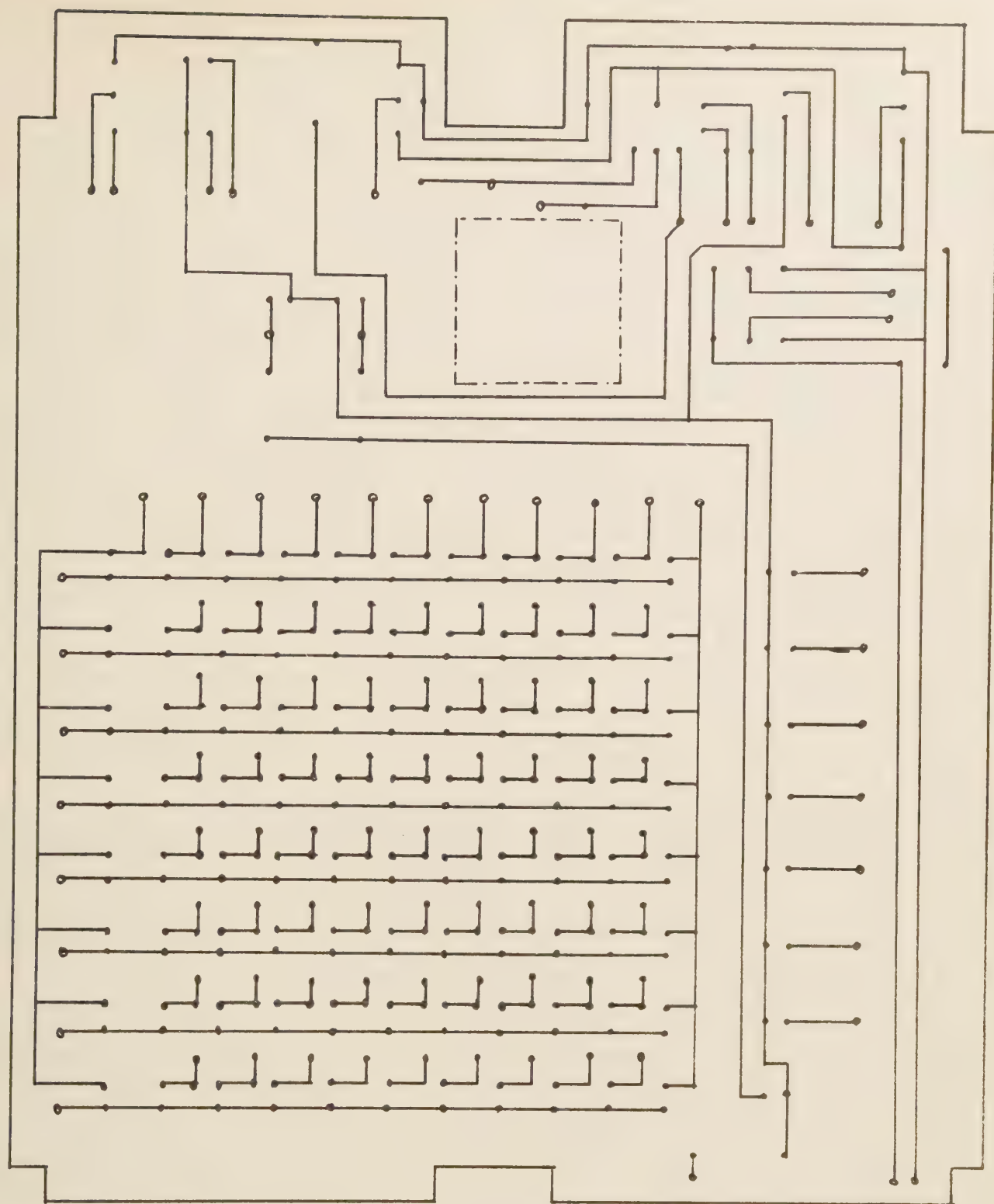
A chaque intersection
la continuité électrique
peut être assurée par
un cavalier embroché



Panneau frontal du tiroir pilote

FIG 461

Principe



Panneau frontal du tiroir pilote

FIG 462

Realisation



BAIE D'EQUIPEMENT

51 - INTRODUCTION

511 - Fonctions de la baie d'équipement

Outre son rôle mécanique de réceptacle des différents tiroirs actifs, la baie d'équipement a pour tâches :

- d'abriter la platine d'alimentation où sont implantées les différentes sources de tension nécessaires au fonctionnement de l'installation.

- d'assurer les interconnexions entre les tiroirs, certains éléments extérieurs et les circuits actifs propres à la baie.

- de permettre certaines manoeuvres et observations relatives à son fonctionnement.

512 - Description d'ensemble

5121 - Schéma électrique

Afin de satisfaire aux exigences énumérées ci-dessus, le schéma de principe de la baie d'équipement, tel qu'il est représenté sur la figure 511, fait un très large appel à des composants discrets associés à quelques circuits intégrés, linéaires et digitaux, ainsi qu'à des sous-ensembles industriels.

5122 - Réalisation mécanique

La figure 512 représente l'implantation des différents constituants à l'intérieur d'une baie Rack type "Esone-Renatran" (19" - 6 unités).

52 - PLATINE D'ALIMENTATION

521 - Généralités

5211 - Fonctions

La platine d'alimentation a pour rôle d'élaborer, à partir du courant alternatif du réseau général, les tensions continues, régulées ou non, nécessaires au fonctionnement de l'installation. Elle doit en outre comporter les dispositifs nécessaires à la protection du montage contre toutes les pannes possibles d'alimentation.

5212 - Caractéristiques des sources d'alimentation

- Les *circuits intégrés digitaux* de la famille RTL travaillent sous une tension nominale de 3,6 Volts $\pm$ 5 %.

Le nombre des circuits intégrés installés dans l'ensemble de l'appareillage étant de l'ordre de 700 on peut estimer la consommation moyenne à environ 50 watts, ce qui représente un courant de l'ordre de 10 ampères. L'alimentation sera fractionnée en deux éléments de 5 ampères dont l'un alimente les quatre tiroirs de liaison et l'autre les deux tiroirs de commande.

- Les *moteurs de déplacement des capteurs et les voyants à incandescence* sont alimentés sous une tension de 14 volts.

Comme un seul moteur peut fonctionner à la fois et que le nombre de voyants simultanément allumés est assez réduit, on peut admettre une intensité moyenne de l'ordre de cinq ampères.

Cette source d'énergie n'a aucun besoin d'une régulation soignée et l'on pourrait se contenter d'un filtrage sommaire. Malheureusement on risquerait alors d'induire dans les circuits logiques ou linéaires des "bruits" parasites suffisants pour en perturber le fonctionnement. On est donc conduit à réguler la source + 14 volts comme la source + 3,6 volts.

- Les *tubes indicateurs Nixie*, au nombre d'une trentaine, consomment chacun 2 mA sous 200 volts : Une alimentation pouvant débiter 100 mA sera donc largement surabondante. Ici aussi on pourrait se contenter d'un filtrage sommaire mais le risque d'introduire des "bruits" parasites est encore plus grand que précédemment, ce qui impose l'emploi d'une alimentation régulée, de conducteurs blindés et de condensateurs de découplage.

- Les *circuits intégrés linéaires*, opérationnels ou comparateurs, exigent, suivant les types, des tensions d'alimentation comprises entre - 15 volts et + 15 volts. Comme la plupart des circuits linéaires sont situés hors de la baie d'électronique, il n'est pas possible, à cause de la longueur des lignes d'alimentation, d'implanter les "sources linéaires" sur la platine d'alimentation. Pratiquement celle-ci comportera :

- . une source - 18 volts, 1 ampère
- . une source + 18 volts, 1 ampère.

Ces sources seront utilisées au voisinage immédiat de chaque ensemble linéaire pour fabriquer les tensions nécessaires à son fonctionnement.

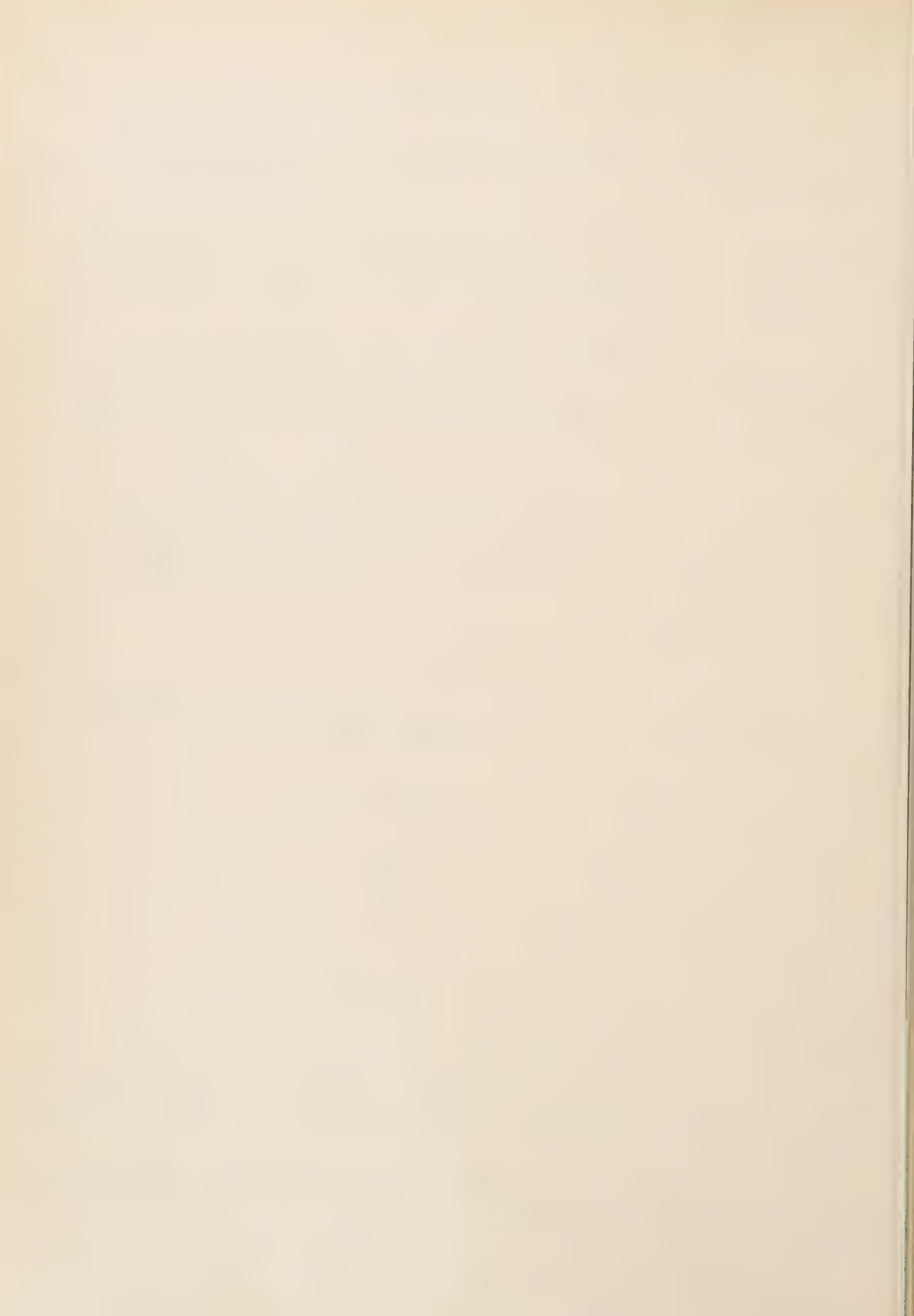
En résumé la platine d'alimentation comporte :

- une source - 18 volts un ampère
- deux sources + 3,6 volts cinq ampères.
- une source + 14 volts cinq ampères
- une source + 18 volts un ampère
- une source + 200 volts cent milliampères

5212 - Principe général des alimentations

Les six sources de tension reçoivent l'énergie fournie par un transformateur unique à secondaires multiples. Les systèmes de régulation sont des montages classiques à stabilisateur série telles que les fabriquent certains constructeurs spécialisés.

La référence de tension, commune à toutes les alimentations, facilite la mise en service du montage et permet de lui assurer simplement une protection efficace.



522 - Référence de tension

5221 - Schéma de principe

La figure 521 représente le schéma électrique de la référence de tension qui fournit deux potentiels fixes de référence ± 8 volts qui s'établissent progressivement au moment du démarrage de l'installation.

5222 - Fonctionnement

Les bornes (1) et (2), reliées à l'un des secondaires du transformateur, assurent, à travers les diodes D_1 à D_4 et la résistance R_0 , la charge d'une batterie sèche destinée à fournir dans tous les cas l'énergie nécessaire aux circuits de protection.

Lorsque l'interrupteur de façade connecté entre les bornes (3) et (4) est fermé :

- la borne (5) est au potentiel - 12 V.
- la borne (6) est au potentiel - 6 V.
- la borne (7) est au potentiel zéro de référence
- la borne (8), au potentiel 3,6 grâce à la chaîne $R_2 Z_3$, fournit l'énergie nécessaire aux circuits logiques de protection.
- la borne (9) est au potentiel + 12 volts.
- la bascule A, désarmée, maintient T_2 bloqué et T_3 saturé. Le voyant connecté entre les bornes (14) et (15) est éteint.
- le transistor T_1 est lui aussi bloqué à cause de la résistance R_3 qui maintient au même potentiel (+ 12 V) sa base et son émetteur.
- le condensateur C est déchargé et le point α est sensiblement au potentiel de la masse.
- les bornes (10) et (11), sorties d'amplificateurs opérationnels montés en inverseurs de gain unité grâce aux résistances R_6 à R_9 , sont amenées rigoureusement au potentiel zéro par action sur les deux potentiomètres de réglage R_4 et R_5 .

Lorsqu'on applique, au moyen d'un bouton poussoir de façade, un créneau négatif sur la borne (13) le bistable A change d'état et :

- le transistor T_3 se bloque
- le transistor T_2 se sature
- le voyant connecté entre (14) et (15) s'allume.
- le transistor T_1 fonctionne en générateur à courant constant grâce à la résistance R_1 et à la diode Zener Z_1 qui débite à travers le voyant et le transistor T_2 .
- le condensateur C se charge lentement et fait croître le potentiel du point α .

- les bornes (10) et (11) voient leurs potentiels s'écarter progressivement de zéro en restant toujours symétriques.

Cette croissance lente du potentiel de α se poursuit jusqu'au moment où tout le courant traversant T_1 passe dans la diode Zener Z_2 , la borne (10) est alors à - 8 volts et la borne (11) est à + 8 volts.

Si, à un instant quelconque, les circuits de protection envoient un créneau positif sur la borne (12) ou si un second créneau négatif est appliqué sur (13) le bistable A change une nouvelle fois d'état et :

- le transistor T_2 se bloque, entraînant le blocage de T_1 et l'extinction du voyant.

- le transistor T_3 , saturé, assure la décharge du condensateur C, donc le retour des bornes (10) et (11) au potentiel zéro en un temps assez bref pour que toutes les alimentations reviennent simultanément à zéro avant que des détériorations puissent se produire.

523 - Alimentations stabilisées

Les différentes sources de tension stabilisées sont constituées par des cartes enfichables du commerce, éventuellement mises en parallèle pour fournir l'intensité suffisante et modifiées de façon à être asservies à la référence de tension définie dans le paragraphe précédent.

Ces cartes comportent le système redresseur et le condensateur de filtrage, le circuit régulateur complet, transistor de puissance compris, et le dispositif de protection contre les surintensités.

524 - Circuits de protection

5241 - Schéma de principe

La figure 522 représente le schéma électrique du système de protection des circuits d'alimentation. Il provoque la disjonction de l'ensemble de l'installation dès que le potentiel de sortie de l'une quelconque des sources stabilisées s'écarter de plus de 10 % de la valeur de consigne.

5242 - Fonctionnement

Les bornes (1), (2) et (3), connectées aux trois sorties + 8V, 0, - 8 V de la référence de tension sont reliées entre elles par une chaîne de résistances R_1 à R_8 qui définissent les différentes valeurs de consigne et les limites des fourchettes de variation nécessaires au fonctionnement et à la protection du montage.

Le comparateur double A, monté en "tout ou rien" reçoit sur ses bornes extrêmes les tensions + 4 et + 3,2 définies par la chaîne $R_1 - R_8$. Il reçoit sur ses bornes centrales une tension proportionnelle à celle de la source d'alimentation des tubes NIXIE par l'intermédiaire du pont diviseur R_9 et R_{10} réglé au montage pour que son point milieu soit à + 3,6 volts lorsque la borne (5) est à + 200 volts.

Dans ces conditions la tension de sortie du comparateur sera au niveau logique UN (+ 3,1 V) aussi longtemps que la borne (5) verra sa tension comprise entre 180 et 220 V.

Si cette tension sort des limites fixées dans un sens ou dans l'autre (par court-circuit, surcharge ou surtension) la sortie de A tombe brusquement au niveau logique zéro. Le générateur de créneau G émet alors une impulsion positive de quelques millisecondes qui :



- à travers la porte NP et l'inverseur Q donne sur (11) un créneau de désarmement du bistable A de la référence de tension (borne 521,12).

- à travers le transistor T, donne sur (12) une impulsion de déclenchement du disjoncteur général de l'installation.

Le fonctionnement des comparateurs B et C, associés aux générateurs H et J, et aux ponts diviseurs $R_{11} - R_{12}$ et $R_{13} - R_{14}$ est identique à celui qui vient d'être décrit : dès que la borne (6) sort de la fourchette 16 V - 20 V ou que la borne (7) sort de l'intervalle 12,5 V - 15,5 V, un créneau positif apparaît sur (11).

De même les montages DK et EL émettent un créneau positif si les bornes (8) et (9), connectées directement aux sorties des deux sources + 3,6 volts, voient leur tension sortir de l'intervalle 3,2 V - 4 V.

Enfin le comparateur F associé au générateur M protège la source - 18 V grâce au pont diviseur $R_{15} - R_{16}$ et aux deux tensions - 3,2 et - 4 engendrées par la chaîne $R_1 - R_8$.

L'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de ce sous-ensemble de protection, qui se présente sous la même forme qu'une carte de régulation, est fournie par les bornes (6) à (9) de la référence de tension.

53 - ELEMENTS D'INTERCONNEXION

531 - Fonctions

Les éléments d'interconnexion ont pour seule tâche d'assurer la continuité des circuits électriques entre les différents tiroirs, la platine d'alimentation, etc...

532 - Réalisation

La figure 511 qui représente le schéma général de la baie d'équipement montre comment sont réalisées les interconnexions entre les différents tiroirs.

La figure 531, elle, montre la réalisation mécanique de l'un des huit connecteurs de liaison.

Sur la baie sont fixés deux peignes constitués par des circuits imprimés présentant sur chaque face des bandes conductrices disposées sur une grille au pas de 2,54 mm.

Lorsqu'on enfonce un tiroir dans son alvéole, les deux connecteurs femelles solidaires de son panneau arrière viennent coiffer les deux peignes fixes. Lorsque la vis de verrouillage a été manoeuvrée à fond la continuité des différents circuits électriques se trouve assurée.

54 - ELEMENTS ACTIFS

541 - Fonctions

Les éléments actifs de la baie d'équipement comprennent :

- les relais de protection élaborant, à partir de signaux de défaut émis en différents points du montage (platine d'alimentation, tiroir auxiliaire, etc...) les courants forts nécessaires à la manoeuvre des disjoncteurs.

- les circuits alternatifs de puissance permettent de commander et de protéger toute l'installation à partir de la baie d'équipement.



- les organes de manoeuvre et de visualisation situés sur la façade avant de la baie et les connecteurs de liaison situés sur la face arrière.

542 - Relais de protection

5421 - Schéma de principe

La figure 541 représente le schéma électrique du sous-ensemble des relais de protection essentiellement formé de relais bistables à verrouillage magnétique.

5422 - Fonctionnement

Lorsqu'un défaut apparaît sur la platine d'alimentation il se traduit, entre autre, par l'arrivée sur la borne (3) d'un créneau négatif de quelques millisecondes : l'enroulement A3, excite, fait basculer le relai bistable A :

- le voyant connecté à la borne (11) s'allume à travers l'inverseur A₁.

- le basculement de l'inverseur A₂ coupe, à travers la borne (12) l'alimentation du disjoncteur de puissance puis il provoque le fonctionnement du multi-vrateur F qui, par l'intermédiaire du relai E, fait clignoter le voyant connecté à la borne (13) et vibrer l'avertisseur sonore relié à la borne (15) lorsque celle-ci est, au moyen d'un interrupteur de façade, réunie à la borne (14).

Le fonctionnement des relais B, C et D est strictement identique à celui qui vient d'être décrit : l'apparition d'un créneau négatif sur l'une des bornes (4) à (6) fait basculer le relai correspondant, allume le voyant connecté à l'une des bornes (8) à (10), coupe l'alimentation du disjoncteur, déclanche le fonctionnement du voyant clignotant et de l'avertisseur sonore.

Pour la remise en marche de l'installation après disjonction il suffit d'appliquer, au moyen d'un poussoir de façade, un créneau négatif sur la borne (7) : Les enroulements A₄ à D₄, excités, ramènent à l'état normal celui des relais qui a provoqué la disjonction.

543 - Circuits alternatifs de puissance

Les circuits alternatifs de puissance, tels qu'ils sont représentés sur la figure 511, comportent essentiellement :

- un disjoncteur général Δ équipé d'une bobine 220 V et d'un système de protection magnétothermique.

- un relai auxiliaire ρ travaillant sous 24 volts et ayant pour seule fonction de contrôler le circuit de la bobine du disjoncteur, son excitation est commandée par un interrupteur de façade et par les relais de protection (cf § 542).

- un transformateur $\mathcal{T}$ dont le primaire est alimenté par la sortie du disjoncteur à travers un système de filtres et dont les différents enroulements secondaires fournissent la puissance alternative à la référence de tension et aux alimentations stabilisées.

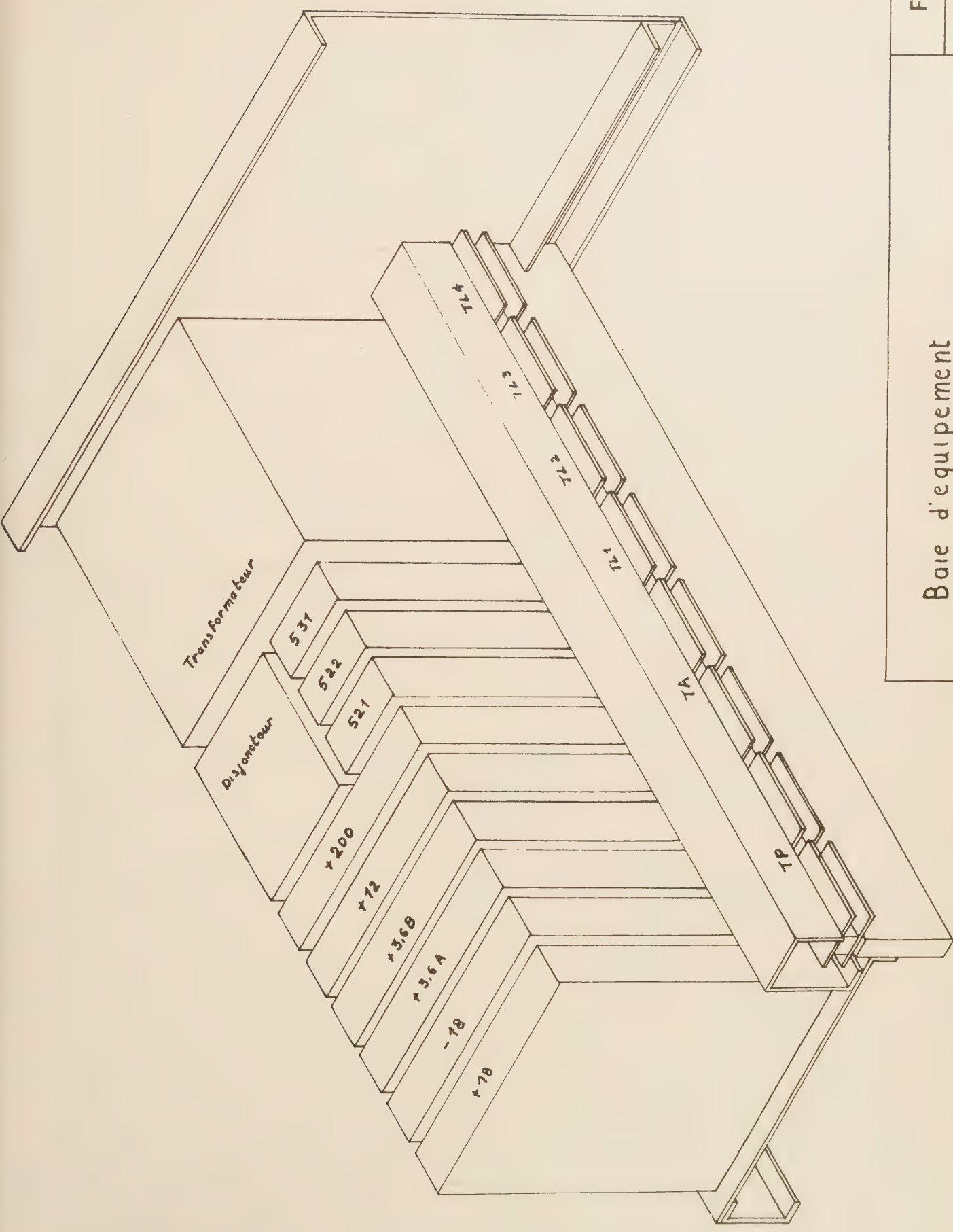
544 - Organes de manoeuvre et de visualisation

Les organes de manoeuvre et de visualisation, situés sur la façade de la baie, comprennent, d'après la figure 511 :



- un interrupteur I_1 d'enclenchement des circuits de sécurité comportant :
 - . un contact travail commandant le relai du sous-ensemble 521
 - . un voyant incorporé signalant l'apparition antérieure d'un défaut imputable à la platine d'alimentation.
- un poussoir P_2 de réarmement des sécurités comportant :
 - . un contact travail d'excitation des relais de protection
 - . un inverseur de réarmement du tiroir auxiliaire
 - . un voyant incorporé signalant les défauts imputables aux paramètres physiques.
- un interrupteur I_3 de commande de l'avertisseur sonore comportant :
 - . un contact travail de contrôle du système d'alarme
 - . un clignotant incorporé signalant l'apparition d'un défaut.
- un interrupteur I_4 de mise sous tension du circuit alternatif comportant :
 - . un contact travail contrôlant le disjoncteur de puissance
 - . un voyant néon incorporé signalant la présence d'une tension alternative.
- trois interrupteurs I_5 à I_7 de mise sous tension des appareils extérieurs (compresseur, électrovanne de soufflage, unité de traitement) comportant chacun :
 - . deux contacts travail 220 V
 - . un voyant néon incorporé
- un poussoir P_8 de mise sous tension de la baie comportant :
 - . un inverseur agissant sur la référence de tension
 - . un voyant incorporé signalant la mise sous tension.
- des douilles de prise de courant ramenant sur la platine de la baie les différentes tensions stabilisées afin de faciliter leur vérification éventuelle et de fournir l'énergie nécessaire à des montages auxiliaires.

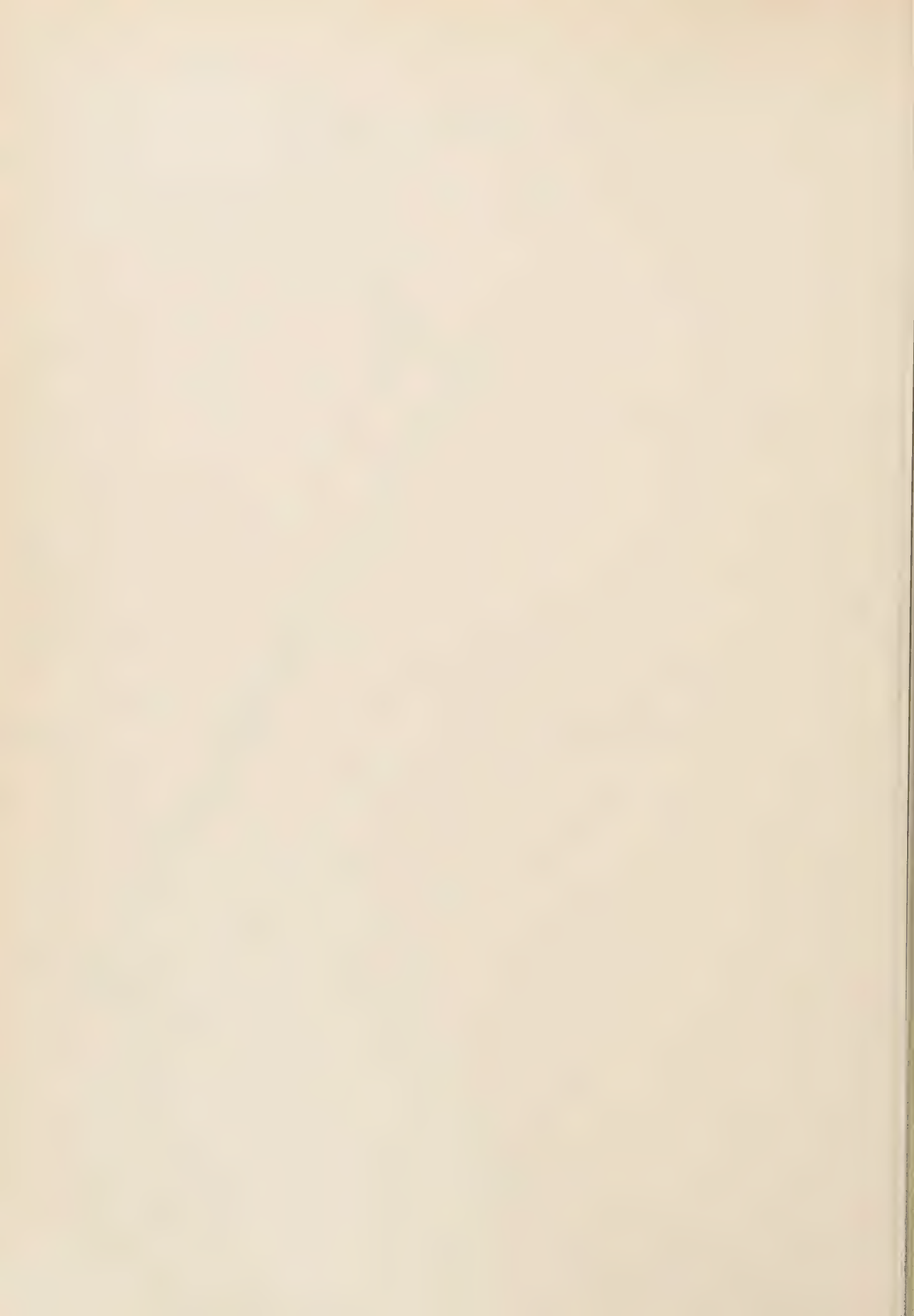


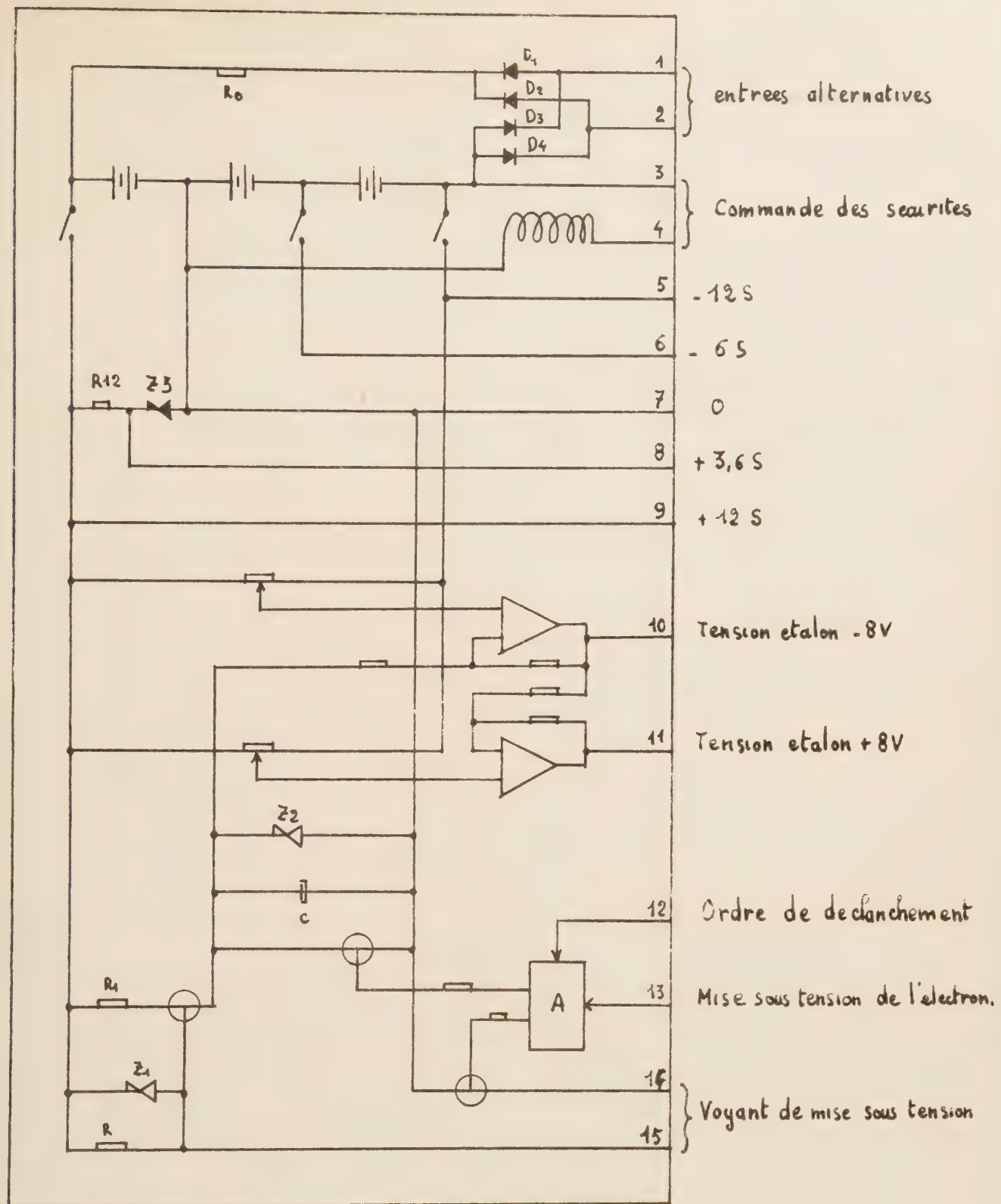


Baie d'équipement

FIG 512

Realisation

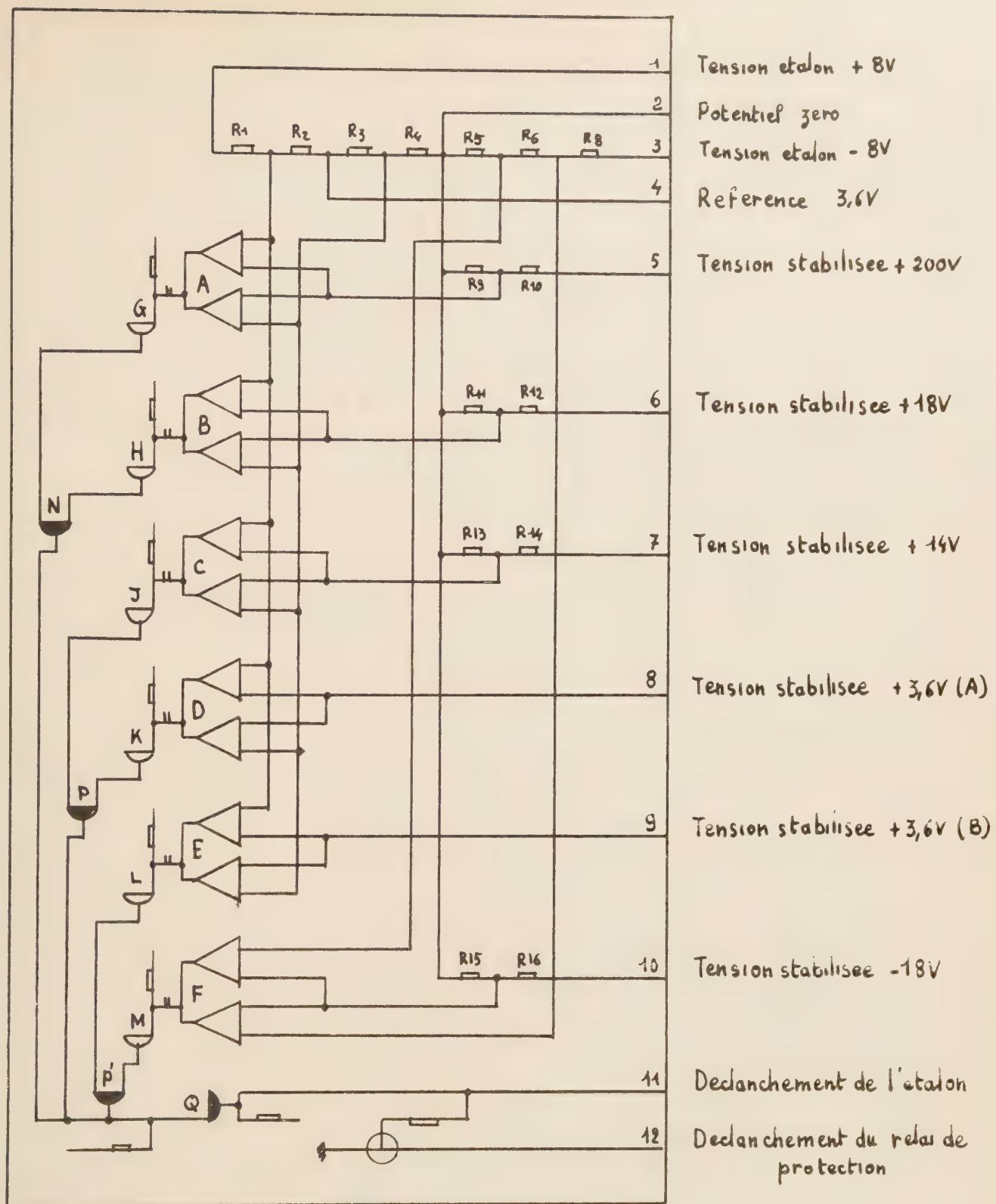




Reference de tension

FIG 521

Principe



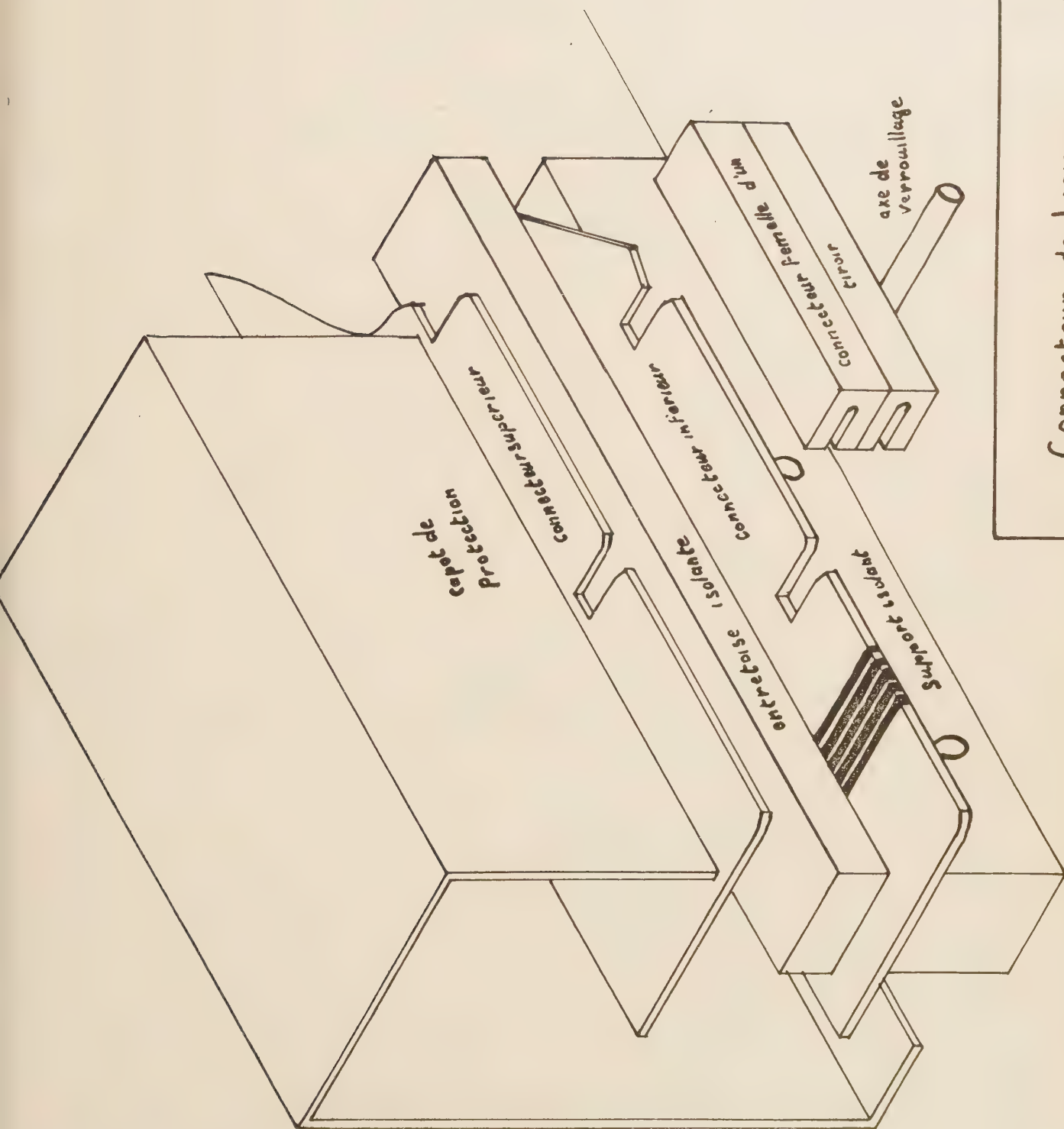
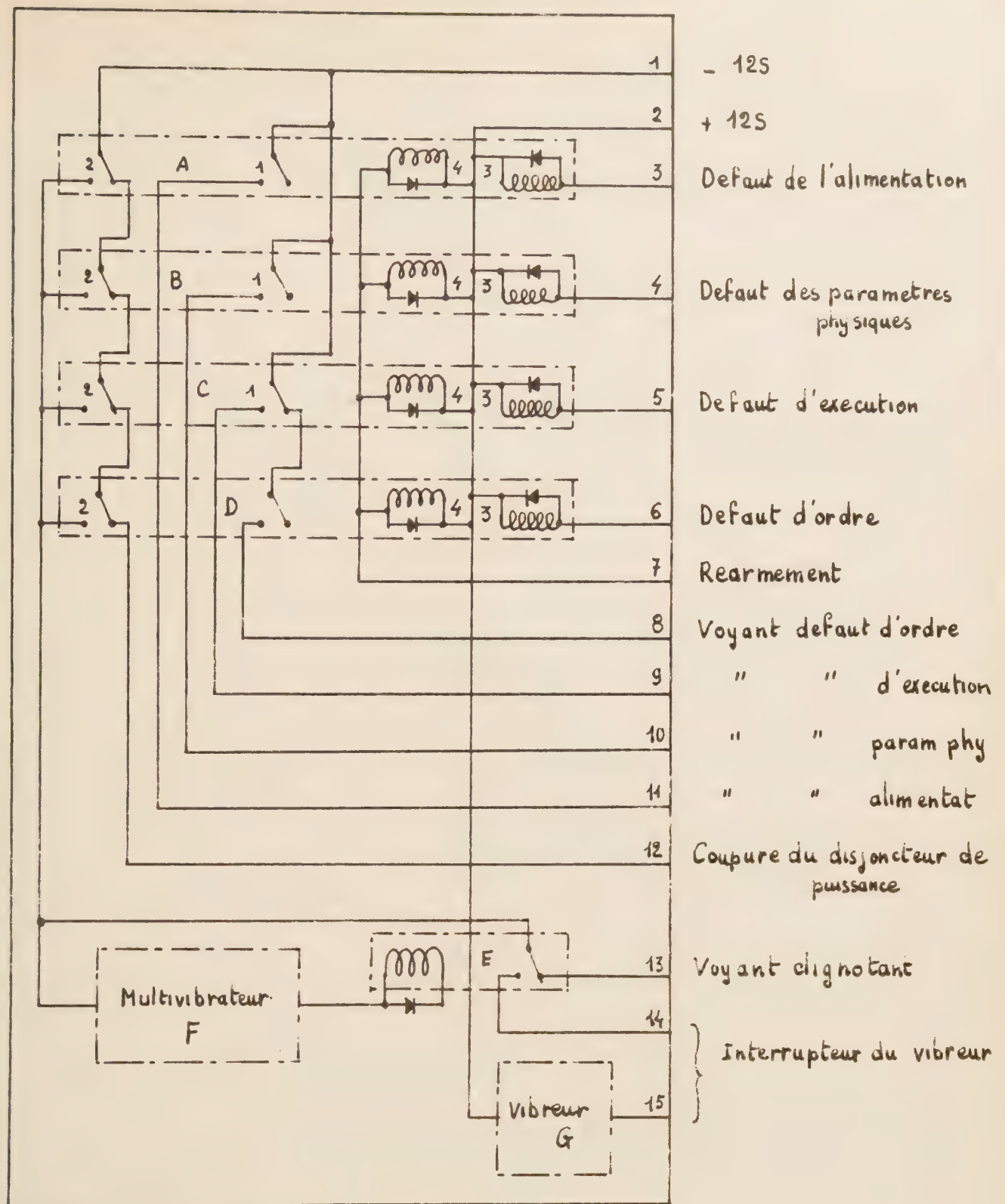


FIG 531

Realisation

Connecteur de Liaison





Relais de protection

FIG 541

Principe

ELEMENTS EXTERIEURS

61 - INTRODUCTION

Les éléments extérieurs sont des ensembles électroniques ou électromécaniques solidaires du tube d'expérience et ayant pour tâches :

- d'effectuer, sous le contrôle de la baie d'équipement, le déplacement des organes mobiles du montage :

- rotation du tube d'expérience

- rotation et translation des quatre capteurs de mesure

- de mesurer et de transmettre à l'unité de traitement, les valeurs numériques des paramètres caractéristiques de l'expérience :

- position du répartiteur d'air

- valeur des paramètres généraux du lit fluidisé (pression, température, etc...).

- valeurs des paramètres locaux recueillis par les quatre capteurs.

Suivant leur fonction, ces éléments extérieurs se présenteront sous différents aspects :

- la rotation et la translation des capteurs seront assurées par des ensembles électromécaniques compacts recevant toute leur énergie de la baie d'équipement.

- la rotation du tube d'expérience sera assurée par un système électromécanique piloté par la baie d'équipement.

- les mesures seront effectuées par des montages analogiques associés à des convertisseurs analogiques digitaux envoyant leurs informations à l'unité de traitement.

62 - BLOC DE DEPLACEMENT D'UN CAPTEUR

621 - Généralités

6211 - Fonctions du bloc de déplacement

Le bloc de déplacement de chaque capteur est un ensemble électromécanique de petites dimensions chargé d'assumer les tâches suivantes :

- assurer la translation du capteur le long d'un axe horizontal par pas successifs de 1 millimètre.

- assurer la rotation de ce capteur autour de ce même axe par pas successifs de 6 degrés.



- indiquer à l'unité centrale, par l'intermédiaire du tiroir interface, la position du capteur (abscisse, orientation et cote).
- fournir au tiroir interface les informations nécessaires au contrôle des déplacements et, entre autres, celles indiquant qu'un pas élémentaire est en cours d'exécution.
- assurer la protection de l'ensemble contre les défauts éventuels, les plus dangereux résultant d'un arrêt accidentel au cours d'un déplacement élémentaire.

6212 - Description d'ensemble

Le bloc de déplacement (fig. 621) se présente comme un ensemble prismatique de 114 x 107 x 94 millimètres. Ces dimensions extrêmement réduites sont rendues nécessaires par la faible place disponible autour du tube d'expérience.

L'appareil se compose essentiellement (fig. 622) de :

- deux chaînes cinématiques indépendantes assurant l'une la commande du mouvement de translation, l'autre la commande du mouvement de rotation.
- deux unités d'affichage de la position et de contrôle de l'avance pas à pas. Des freins électromagnétiques leur sont associés pour garantir un arrêt précis des mouvements.
- deux plaquettes de circuits imprimés où sont implantés tous les composants électroniques nécessaires au fonctionnement.
- des éléments annexes permettant l'affichage de la cote du capteur, la détection des défauts éventuels et le réarmement après un arrêt accidentel.

622 - Etude des chaînes cinématiques

6221 - Disposition générale

Les chaînes cinématiques sont constituées de quatre sous-ensembles principaux.

- un bloc d'attaque du capteur représenté en coupe au milieu du schéma développé de la figure 622.
- une chaîne cinématique formée de pignons à denture droite logés dans un carter clos constitué par l'empilage de plusieurs plaques métalliques convenablement percées et découpées.
- deux motoréducteurs du commerce alimentés en courant continu et fournissant l'énergie mécanique nécessaire aux déplacements.

6222 - Bloc d'attaque du tube capteur

Le *bloc d'attaque du tube capteur* (fig. 622) se présente comme un sous-ensemble facilement démontable : il suffit, pour l'extraire, de déposer les trois vis fixant le couvercle (18) sur la plaque frontale (3).

Commande de rotation

Le tube capteur proprement dit (rép 23), de six millimètres de diamètre extérieur, est entraîné en rotation par la roue de 60 dents (rép 10) par l'intermédiaire du tube (24), du bouchon (29) sur lequel est soudé une tige hexagonale (32). Une bague (27) soudée à l'extrémité du tube capteur coulisse sans jeu sur la tige hexagonale.

Dans ces conditions les mouvements du tube capteur et de la roue (10) sont strictement synchrones.

Commande de translation

La translation du tube capteur est commandée par trois tiges (rép 31) filetées au pas de 0,6 millimètre, attaquant un écrou triple (26) tournant librement sur le tube capteur entre les bagues (25) et (27).

La rotation simultanée des trois tiges filetées est assurée par les trois pignons (11) de 12 dents entraînés par la denture intérieure (40 dents) de la couronne (14).

Un tour de la couronne (14) correspond alors à une translation du capteur égale à :

$$0,6 \times 40/12 = 2 \text{ millimètres}$$

Les entretoises (20), plaque intermédiaire (22), axes (30) et palier arrière (28) assurent le positionnement des différentes pièces et leur fixation sur le couvercle (18).

6223 - Chaîne cinématique de rotation

La chaîne cinématique de rotation est constitué par :

- Un moteur électrique à courant continu pouvant fournir une puissance de 12 watts à 12 000 tr/mm sous une tension de 12 volts.

- Un réducteur à engrenages droits de rapport 1/450, entraîné par le moteur précédent, et dont l'arbre de sortie effectue un tour en :

$$1/(12\ 000/450 \times 60) = 2,25 \text{ secondes}$$

- Un pignon (6b) de 50 dents calé sur l'arbre lent du réducteur.

- Un second pignon (12) de 50 dents entraîné par le précédent et calé sur l'arbre d'entrée du bloc d'affichage (fig. 623).

- L'arbre de sortie de ce bloc d'affichage, tournant 60 fois moins vite que son arbre rapide, entraîne, par l'intermédiaire de la roue (13) de 60 dents, la couronne (10) du bloc d'attaque du tube capteur.

Dans ces conditions on voit qu'un tour de l'arbre de sortie du moteur réducteur correspond à une rotation de 1/60 de tour du tube capteur, c'est-à-dire un pas élémentaire de rotation.

Cette opération s'effectue en 2,25 secondes.

6224 - Chaîne cinématique de translation

La chaîne cinématique de translation, comparable à celle de rotation, comprend :

- Un motoréducteur identique au précédent (1 tour en 2,25 secondes).
- Un pignon (6) de 50 dents, calé sur l'arbre lent du réducteur, entraînant par l'intermédiaire d'une roue (7) de 50 dents, l'arbre rapide du bloc d'affichage (fig. 231) et un pignon (8) de 30 dents.
- Un galopin (9) de 40 dents assure la liaison entre le pignon (8) et la denture extérieure (60 dents) de la couronne (14) du bloc d'attaque du tube capteur.

Dans ces conditions, un tour de l'arbre de sortie du motoréducteur correspond à une rotation de 1/2 tour de la couronne (14) donc à un pas élémentaire de translation égal à 1 millimètre.

Une translation élémentaire s'effectue en 2,25 secondes.

623 - Etude des blocs d'affichage

6231 - Disposition générale

Chaque bloc d'affichage (fig. 623) est logé dans un assemblage de tubes cylindriques (30) et (31) fixés à la plaque intermédiaire (2) par le couvercle (36) et à la plaque arrière (4) par le bouchon (29).

Chaque bloc est constitué de plusieurs éléments chargés de fonctions distinctes :

- un ensemble de contrôle de la progression
- un réducteur de vitesse de rapport 1/60
- un jeu de cames codées d'affichage.

6232 - Contrôle de la progression

Sur l'arbre rapide (1), qui traverse tout le dispositif pour se centrer dans le pivot (28) solidaire du bouchon (29), sont goupillés :

- Un manchon (27) sur lequel est fixé élastiquement l'armature mobile (34) d'un frein électromagnétique à manque de courant.
- Un bloc de deux cames (18) dont l'une sert à définir exactement la fin d'un pas et l'autre à mettre en service un circuit électronique de ralentissement (cf § 624).

Ces deux cames, tournant à l'intérieur de l'enveloppe (31), de 28 millimètres de diamètre extérieur, soulèvent à l'instant convenable des billes métalliques attaquant les leviers de manoeuvre des microrupteurs (33).

- L'inducteur (35) du frein électromagnétique est centré dans le tube (30) percé d'orifices de ventilation.

6233 - Réducteur de vitesse

Le réducteur de vitesse, de rapport 1/60 est formé de l'empilage de trois trains épicycloïdaux plans.

- Le premier de ces trains est constitué par :

- . Un pignon de 12 dents taillé dans la masse de l'arbre rapide (1).
- . Trois satellites (17) de 18 dents, pris entre les deux flasques (22) et (23) liés rigidement l'un à l'autre au moyen de 3 entretoises.
- . Un couronne fixe de 48 dents à denture intérieure taillée dans la masse du tube (31).

Le rapport de réduction de ce train est donné par la formule de Willis :

$$\omega_s / \omega_e = N_p / (N_p + N_c) = 12 / (12 + 48) = 1/5$$

- Le second train, de rapport 1/4 est constitué par :

- . Un pignon (13) de 16 dents goupillé sur le flasque (22) du premier train.
- . Deux satellites (16) de 16 dents chacun, pris entre les deux flasques (20) et (21).
- . La couronne intérieure fixe de 48 dents taillée dans le tube (31).

- Le dernier train, de rapport 1/3, est constitué par :

- . Un pignon (12) de 24 dents goupillé sur le flasque (20) du second train.
- . Trois satellites (15) de 12 dents chacun, pris entre le flasque (19) et la came codée (11) constituant le second flasque de ce troisième train.
- . La couronne extérieure fixe de 48 dents taillée dans le tube (31).

L'ensemble de ces trois réducteurs empilés forme un dispositif extrêmement compact de 28 millimètres de diamètre extérieur et de 20 millimètres de long. La précision des usinages (taillage des pignons, entraxes) conditionne l'indispensable absence de jeu entre l'entrée et la sortie.

6234 - Cames codées

Puisque la progression du capteur s'effectue par pas élémentaires correspondant à un tour de l'arbre rapide, donc à 1/60 de tour de l'arbre lent, le repérage de la position du capteur est assuré par un empilage de 7 cames (rép 5 à 11) codées en 1-2-4-8, les trois premières pour l'affichage des dizaines, les quatre autres pour celui des unités.

La came (11) qui sert de flasque au dernier train réducteur entraîne l'arbre lent (37) au moyen de trois goupilles élastiques.

Le positionnement et la fixation des autres cames sont assurés par une goupille cylindrique (38) de 2 millimètres de diamètre et par trois vis à tête fraisée (39).

Ces cames, dans leur rotation, soulèvent en temps utile des billes de 2 millimètres de diamètre couissant dans les trous du tube cylindrique (31) qui provoque le basculement des microcontacts (33) par l'intermédiaire de lames

flexibles (rép 12 fig. 624).

624 - Circuit électronique

6241 - Principe

Les circuits électroniques d'un bloc de commande ont pour fonctions :

- 1) de recevoir de la baie d'équipement les ordres de mouvement, au nombre de deux pour chaque déplacement.
- 2) d'élaborer, à partir de ces ordres, les courants forts alimentant les organes électromécaniques.
- 3) de fournir au tiroir de liaison les informations relatives à l'exécution des ordres, à la position du capteur et aux défauts éventuels.

La figure 625 représente le schéma de principe du circuit de commande de l'un des mouvements.

6242 - Fonctionnement

Fonctionnement du système d'affichage

Les points centraux des 7 microinverseurs M_1 à M_7 fournissent à l'unité centrale les indications, codées en logique négative, sur la position du capteur. Leurs contacts travail sont connectés à la masse alors que leurs contacts repos sont alimentés sous 3,6 volts (niveau logique 1 des circuits RTL) à partir de l'alimentation de puissance + 14 volts à travers la résistance R_8 , le niveau + 3,6 étant stabilisé par la diode Zener Z_1 .

Commande du moteur en marche avant

Le passage de la borne (1) du niveau logique zéro (0 volt) au niveau logique un (+ 3,6 volts) provoque, à travers le double Buffer non inverseur (MRTL 789 Motorola), la saturation des deux transistors NPN (T_4 et T_6) montés en Darlington.

La saturation de (T_4) entraîne, grâce au pont de résistances R_2 , R_4 , celle du transistor PNP (T_2). Le moteur se met à tourner en marche avant, puisqu'il est alimenté par la source de puissance à travers la résistance R_1 et les transistors saturés (T_2) et (T_4).

Dans ce fonctionnement le point A se trouve porté à un potentiel voisin de zéro ce qui, à travers la diode D_2 et le pont de résistances (R_6 , R_7) sature le transistor PNP (T_8) et excite le frein à manque de courant F.

Au cours de la rotation le microinverseur M_8 , dont le contact repos est à la masse et le contact travail est au niveau logique un, fournit à l'unité centrale l'indication de l'exécution de l'ordre de mouvement.

Après une rotation de l'ordre de 15 degrés, la seconde came rapide fait basculer le microinverseur M_9 ce qui, à travers la résistance R_0 , sature le transistor PNP (T_1) et court-circuite la résistance R_1 , provoquant ainsi une accélération du mouvement du moteur.

Lorsque la rotation est presque achevée (à 15 degrés près), M_9 bascule en sens inverse, ce qui bloque (T_1), remet en série la résistance R_1 et provoque un ralentissement du moteur.

A l'instant précis où la rotation est achevée M_8 bascule et fournit à l'unité centrale un niveau logique zéro ce qui provoque le retour sur la borne (1) d'un niveau logique zéro, bloquant les transistors T_2 , T_4 , T_6 , T_8 : Le moteur s'arrête et le mouvement est brutalement stoppé par le frein électromagnétique F shunté par la diode D_3 de protection du transistor (T_8).

Si, par accident, la borne (1) se trouve ramenée au niveau logique zéro avant la fin d'un pas élémentaire, le moteur s'arrête et le frein cesse d'être excité, ce qui maintient M_8 au niveau logique 1 et verrouille l'unité centrale. Une action manuelle sur M_{11} peut alors porter la seconde entrée du Buffer au niveau logique 1, ce qui a le même effet que la commande normale par la borne (1). Cette action manuelle devient inopérante dès que la rotation est achevée puisque la retombée de M_8 à zéro désature tous les transistors T_2 , T_4 , T_6 , T_8 .

Commande du moteur en marche arrière

Le fonctionnement de cette commande est strictement identique à la précédente à ceci près que l'instruction logique arrive par la borne (2) et concerne les transistors (T_3 , T_5 , T_7) pour l'alimentation du moteur, la diode D_1 pour la saturation de (T_8) et l'excitation du frein, M_{10} pour la rotation forcée.

Affichage de la cote et protection

Les microinverseurs M_{12} et M_{13} , en parallèle avec M_1 à M_7 , sont manoeuvrés par des perforations codées du bâti solidaire du tbe d'expérience.

Le microinverseur M_{14} , également manoeuvré par le bâti, interdit tout mouvement du capteur aussi longtemps que le bloc de commande, et le bloc de mesure qui lui fait face, ne sont pas correctement fixés sur le bâti. Cette protection est indispensable car un déplacement du capteur avec des blocs mal fixés risque de griller un moteur, de tordre le tube capteur, de briser le transducteur, voire même le tube d'expérience en verre, tous phénomènes sans commune mesure avec la complication supplémentaire apportée par la présence du microinverseur de protection M_{14} .

6243 - Réalisation pratique

La figure 626 représente les deux plaquettes imprimées, simple face sur lesquelles sont implantés les composants du circuit électronique.

Plaquette inférieure

La plaquette inférieure (64 mm x 86) reçoit les microinverseurs M_1 à M_9 , les résistances R_8 et R_8' en parallèle, la diode de Zener Z_1 , le transistor T_8 (PNP : 2N 5195) les deux résistances R_6 et R_7 , les diodes D_1 , D_2 , D_3 .

Cette plaquette est connectée à la plaque à borne et aux différents éléments du système au moyen de conducteurs en cuivre sous gaine plastique.

Elle est fixée au bloc de commande par :

- 4 axes de 2 millimètres (fig. 624 rép 26) positionnant les microinverseurs (rép 33 fig 624) et les entretoises (24 et 25 fig. 623).
- 2 cales prismatiques (06 fig. 624) sur lesquelles sont collés les leviers de commande des microinverseurs.

Plaquette supérieure

La plaquette supérieure (97 mm x 86) reçoit tous les composants électroniques qui n'ont pas trouvé place sur la plaquette inférieure.

Elle est fixée par des goupilles élastiques solidaires des deux entretoises (rép 07 fig. 624) d'assemblage du bloc de commande).

Affichage de cote, protection, mouvements forcés

Les microinverseurs d'affichage de cote et de protection (M_{12} à M_{14}) sont logés dans des évidements ménagés aux angles supérieurs des plaques (01 et 02 fig. 624) et maintenus en place au moyen de deux axes (rép 10 fig. 624) immobilisés par une plaquette métallique (rép 04 fig. 624). Ils sont actionnés par des poussoirs (09 fig. 624) guidés dans des alesages de la plaque frontale.

Les microinverseurs de mouvement force (M_{10} et M_{11}) sont logés dans des évidements ménagés dans les plaques (01 et 02 fig. 624) au niveau des motoréducteurs. Leur levier de commande, unique, ne peut manoeuvrer qu'un seul inverseur à la fois.

Plaques à bornes

La plaque à borne, représentée sur la figure 624 est un circuit imprimé simple face (20 mm x 60) logé à la partie inférieure du dispositif. Les faisceaux de câbles allant vers les plaquettes électroniques passent entre les motoréducteurs et la plaque intermédiaire (rép 2 fig. 622) dans l'espace ménagé par des entretoises (rép 21 fig. 622).

La figure 627 représente le schéma de câblage de l'ensemble du bloc connecté à l'unité centrale par l'intermédiaire d'un câble souple à 30 conducteurs.

3 - MESURE DES PARAMETRES GENERAUX DU LIT FLUIDISE

631 - Généralités

6311 - Fonctions

Les circuits de mesure des paramètres physiques du lit fluidisé (pressions, températures, débits, etc...) ont pour fonction de surveiller en permanence ces grandeurs, de transmettre périodiquement à la baie d'équipement les résultats de leurs mesures, de détecter et de signaler immédiatement aux circuits de protection situés dans le tiroir auxiliaire toute variation anormale des paramètres mesurés.

6312 - Principe

Les dispositifs de mesure des paramètres physiques utilisent comme élément sensibles des transducteurs à variations de résistance (jauges de contrainte, thermistance, etc...).

La conversion analogique digitale fait appel à la mesure de la durée d'ouverture d'une porte, durée rendue proportionnelle à l'amplitude du signal analogique au moyen d'un générateur de rampe et de comparateurs.

La détection des défauts est assurée par un comparateur double associé à des circuits logiques RTL.

6313 - Liaisons avec le tiroir auxiliaire

Comme il a été dit lors de l'étude du tiroir auxiliaire (§ 33) celui-ci fournit aux circuits de mesure des paramètres physiques:



- les alimentations nécessaires - 18 V, 0, + 18
- un créneau positif de validation d'une durée de 800 μ S

Il reçoit en échange :

- un créneau négatif de mesure dont la durée, inférieure à 800 μ S, est proportionnelle à la valeur du paramètre physique mesuré.
- un créneau positif dont le front montant apparaît à la mise sous tension de la baie d'équipement et dont le front descendant signale l'apparition d'une variation anormale de la grandeur mesurée.

632 - Fonctionnement

La figure 631 représente le schéma électrique des circuits de mesure.

6321 - Transducteur

Le transducteur est constitué par un pont de résistances variables fermé par un amplificateur opérationnel.

Son schéma montre que la tension de sortie est liée aux variations des résistances par l'expression :

$$\frac{V_s}{R_4} = \frac{2E}{R_3} \left(\frac{R_1}{R_4} \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2} - 1 \right)$$

Si l'on prend comme résistances variables R_2 et R_4 on obtient, avec

$$R_2 = R_1 (1 + \alpha) \quad \text{et} \quad R_4 = R_3 (1 + \alpha) \quad V_s = - 2 E \alpha$$

la tension de sortie est strictement proportionnelle à $\Delta R/R$, cette relation linéaire n'étant pas affectée par le déséquilibre initial du pont mais uniquement par les différences entre les sensibilités des deux jauges actives.

Ce montage a l'inconvénient majeur de donner une tension de sortie extrêmement faible, ce qui exige :

- l'emploi d'un amplificateur opérationnel à très faible dérive disposant d'un circuit interne de compensation de la tension d'offset.
- l'emploi, derrière ce montage, d'un amplificateur à grand gain.

6322 - Amplificateur

L'amplificateur est un dispositif à très grand gain (de l'ordre de 10^5) constitué par deux amplificateurs ayant un gain voisin de - 300 en boucle fermée.

La sortie du dispositif attaque la base d'un transistor T_1 monté en émetteur follower à seule fin d'avoir la très faible impédance de sortie nécessaire au bon fonctionnement du reste du montage.

La compensation de la tension d'offset est effectuée uniquement sur le second étage.

6323 - Générateur de rampe

Le générateur de rampe est en fait un générateur de signaux triangulaires

commandé par les créneaux de validation émis par le tiroir auxiliaire et appliqués sur la base d'un transistor T_2 monté en émetteur Follower.

L'entrée directe de l'intégrateur est maintenue à un potentiel légèrement positif par le potentiomètre P_1 alors que son entrée inverseuse suit, à travers le potentiomètre P_2 , celles de l'entrée de validation.

Lorsque l'entrée de validation est au niveau logique UN (+ 3 volts) la différence entre les tensions sur les bornes de l'amplificateur fait apparaître, à la sortie de celui-ci une rampe à pente négative.

Lorsque, au contraire, l'entrée de validation est au niveau logique zéro, le sens des différences de potentiel est inversé et la sortie de l'intégrateur fait apparaître une rampe à pente positive, la tension maximum atteinte est limitée à une faible valeur par la diode D.

La vitesse de remontée est réglée par le potentiomètre P_1 alors que celle de descente sera déterminée, une fois choisie celle de remontée, en agissant sur le potentiomètre P_2 .

Un émetteur follower T_3 placé à la sortie de l'intégrateur permet les adaptations d'impédance nécessaires.

6324 - Comparateur

Le comparateur est un dispositif délivrant un créneau positif lorsque :

- la porte de validation est ouverte par un signal prélevé sur l'émetteur de T_2 .
- la tension fournie par le générateur de rampe, sur l'émetteur de T_3 , est comprise entre zéro et la tension de sortie de l'amplificateur de mesure, prélevée à la sortie de T_1 .

La durée de ce créneau est alors proportionnelle à l'amplitude du signal analogique appliqué à l'entrée de l'amplificateur.

Le niveau zéro est fourni par la tension d'émetteur d'un transistor T_4 dont la base est à la masse.

Le transistor T_5 , travaillant en saturation fournit au tiroir auxiliaire un créneau négatif compatible avec les circuits logiques RTL.

64 - MESURE DES PARAMETRES LOCAUX DU LIT FLUIDISE

641 - Généralités

6411 - Fonctions

Les circuits de mesure des paramètres locaux du lit fluidisé ont pour rôle de détecter l'impact de particules fluidisées (billes de verre de 700 μ de diamètre) sur une paroi, de compter ces impacts, de mesurer leur énergie puis de transmettre, sous forme digitale, les résultats de ces mesures à l'unité de traitement.

6412 - Composition

Les systèmes de mesure des paramètres locaux comprennent, pour chaque point de mesure :

- un transducteur à jauges de contraintes transformant les grandeurs mécaniques en signaux électriques.
- des circuits analogiques d'amplification des mesures brutes
- des circuits analogiques d'élaboration des résultats utilisables
- des circuits de conversion analogique-digitale
- des circuits de mémorisation et de lecture
- des circuits de service (synchronisation, générateurs de créneaux,...)

642 - Transducteur

6421 - Principe

Le transducteur de mesure est un dispositif extensométrique à fils tendus. Il se compose essentiellement (fig. 641) d'une fenêtre de mesure (1) de faibles dimensions (diamètre 1 mm) derrière laquelle est placée une "enclume" (2) recevant l'impact des billes de verre dont est formé le lit fluidisé.

L'enclume est suspendue dans le carter de l'appareil au moyen de quatre fils tendus (3) à (6), de 20 microns de diamètre environ, qui constituent à proprement parler les éléments transducteurs du système.

Lorsqu'une particule vient frapper l'enclume celle-ci se déplace légèrement en modifiant la tension des fils, donc leur résistance. Cette variation de résistance est ensuite détectée, amplifiée et traitée par le reste du circuit de mesure.

6422 - Réalisation pratique

Le transducteur, dont la figure 642 donne l'aspect extérieur se présente sous la forme d'un cylindre de six millimètres de diamètre.

Un méplat ménagé le long d'une génératrice porte la fenêtre de mesure derrière laquelle est placée l'enclume, l'entrefer entre ces deux pièces étant de l'ordre de 0,2 millimètre.

Le corps de l'appareil est prolongé, à une extrémité, par un carré de 3 mm de côté permettant sa fixation sur le tube émergeant du bloc de déplacement. A l'autre extrémité il est solidaire d'un autre tube de 6 millimètres à l'intérieur duquel passent les conducteurs d'alimentation des fils sensibles.

La construction même du capteur fait appel à une technique d'empilage de lames minces collées et enrobées d'araldite. La fabrication, extrêmement délicate, est un travail de micromécanique effectué sous microscope.

643 - Circuits d'amplification

6431 - Principe

Le principe de la mesure des variations de résistance des fils sensibles est en tous points comparable à celui utilisé pour la mesure des paramètres généraux du lit fluidisé. Le schéma de principe représenté sur la figure 631 reste

valable à ceci près que le pont ne comporte qu'une seule résistance variable, ici la résistance R_4 . L'équation fondamentale du pont donne alors, avec $R_1 = R_2 = R_3 = R_4/(1 + \alpha)$.

$$V_s = - E\alpha$$

La tension de sortie est une fonction linéaire de l'allongement relatif des fils sensibles.

432 - Réalisation

Comme chaque jauge sensible possède son propre circuit d'amplification, le bloc de mesure des paramètres locaux comportera quatre modules d'amplification analogues à ceux représentés sur la figure 632.

4 - Circuits d'élaboration des résultats

441 - Principe

La figure 643 représente le schéma électrique des circuits d'élaboration des résultats comprenant :

- Un circuit de sommation dont la tension de sortie est fonction de l'énergie cinétique de la bille dont l'impact a été décelé.
- Un circuit d'intégration, totalisant l'énergie cinétique de tous les impacts détectés pendant une période de mesure.
- Un circuit de mise en forme des signaux de sortie du sommateur en vue de leur comptage ultérieur.
- Un circuit de discrimination permettant de totaliser les impacts dont l'énergie a une valeur donnée.

442 - Fonctionnement

Le sommateur est un montage opérationnel classique suivi d'un inverseur à faible gain isolant l'intégrateur des circuits de mise en forme.

La mise en forme des signaux est assurée par un comparateur dont le seuil est voisin du potentiel zéro, ce qui élimine l'influence des impulsions parasites.

L'intégrateur est un montage opérationnel classique dont les bornes d'entrée et de sortie sont contrôlées par des interruptions analogiques (circuits MOS).

- l'interrupteur A n'est ouvert que pendant la durée d'une période de mesure.
- l'interrupteur B ne sert qu'à la remise à zéro de l'intégrateur pendant la phase initiale d'une mesure.
- l'interrupteur C n'est ouvert que pendant la phase de conversion analogique-digitale.

Le circuit de discrimination comprend :

- un comparateur double A qui définit les limites de la bande d'énergie à étudier.
- un amplificateur opérationnel monté en circuit différentiateur.
- un second comparateur double B dont la sortie valide celle du premier.

A l'arrivée d'une impulsion le différentiateur détermine la pente de ses fronts de montée et de descente. Le comparateur B débloque la porte de lecture du comparateur A. La sortie de celui-ci fera apparaître un créneau positif si, et seulement si, l'amplitude de l'impulsion est comprise entre les deux limites définies par le comparateur A.

6443 - Réalisation pratique

La figure 644 représente le bloc modulaire où sont logés les circuits d'élaboration des résultats.

645 - Circuit de conversion analogique digitale

6451 - Principe

Les circuits de conversion analogique digitale sont en tous points comparables à ceux utilisés pour la mesure des paramètres physiques. Ils comprennent donc :

- un générateur de rampe associé à une porte de mesure.
- un générateur d'impulsions à fréquence fixe.

6452 - Fonctionnement

Le générateur de rampe et la porte de mesure sont en tous points comparables à ceux décrits précédemment (§ 632). Leur construction est identique, donc aussi leur fonctionnement.

Le générateur d'impulsions devant avoir une fréquence très stable est un multivibrateur piloté par un quartz identique à celui implanté dans le tiroir auxiliaire (cf § 3322 et fig. 331).

6453 - Réalisation

Le sous-ensemble de conversion analogique-digitale est identique à celui représenté sur la figure 632.

Le générateur d'impulsion, lui, est implanté dans le sous-ensemble de service (cf § 647).

646 - Circuits de comptage et de lecture

Les circuits de comptage ou de lecture ont pour rôle de mémoriser les résultats élaborés à partir des mesures brutes puis de les transmettre à l'unité de traitement au moment exigé par le déroulement du programme général de l'essai. Leur rôle est donc strictement identique à celui des circuits de mesure implantés dans le tiroir auxiliaire (cf § 333). Ils sont par suite réalisés avec les mêmes éléments que ceux représentés sur les figures 333 et 334.

647 - Circuits de service

6471 - Principe

Le générateur de séquence inclus dans chaque tiroir de liaison envoie, par l'intermédiaire d'un décodeur (cf § 243) les ordres de déclenchement des différentes phases d'une séquence de mesure. Ces instructions sont interprétées par des circuits de synchronisation.

Les différentes tensions nécessaires au fonctionnement des amplificateurs linéaires sont élaborés à partir des deux sources - 18 et + 18 du tiroir de liaison.

Les sorties des circuits de lecture sont regroupés en une seule information afin de diminuer la charge imposée aux lignes de lecture du tiroir de liaison.

La figure 645 représente le schéma électrique du sous-ensemble de service assumant les tâches énumérées ci-dessus.

6472 - Fonctionnement

La chaîne de résistances et de diodes Zener $R_1, Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, R_2$ fournit, à partir des tensions - 18 V, 0, +18 V appliquées sur les bornes (24) à (26), les tensions + 15, + 12, - 6 et - 12 sur les bornes (20) à (23).

Les créneaux carrés émis par le multivibrateur ABCD associé au quartz Q, aux deux résistances R_3, R_4 et à la capacité C émergent sur la borne (18) lorsque la présence d'un niveau logique zéro sur la borne (19) leur permet de franchir la porte E.

Les signaux de lecture émis par les trois circuits d'affichage arrivent sur les bornes (10), (12), (14) et (16) chargées par les résistances R_5 à R_8 , franchissent les inverseurs F à J pour donner des créneaux négatifs sur les bornes (11), (13) (15) et (17) à la sortie des expenseurs F' à J'.

Lorsqu'un ordre de remise à zéro des circuits de comptage arrive sur la borne (1) il arme la bascule KL, sature le transistor T_1 à travers R_9 , le transistor T_4 se sature grâce aux résistances R_{10} et R_{11} et amène ainsi la borne (9) au potentiel - 15.

Lorsqu'un ordre d'ouverture des portes de mesure arrive sur la borne (2) sous la forme d'un créneau positif, il désarme la bascule KL, provoquant ainsi le blocage des transistors T_1 et T_4 et le retour de la borne (9) au potentiel + 15 à travers la résistance R_{12} .

Dans le même temps le créneau négatif qui arrive sur (3) sature T_2 donc T_5 et amène la borne (8) au potentiel - 15.

A la fin d'une période de mesure la remontée au niveau logique UN de la borne (3) ramène (8) au potentiel + 15 sans cependant modifier l'état de la borne (9).

L'arrivée sur (4) d'un ordre de déclenchement de la conversion analogique digitale provoque l'émission sur le monostable MN d'un créneau positif de 800 μ s qui :

- apparaît sur la borne (6)

- franchit l'inverseur N' pour saturer la paire T_3, T_6 et amener la borne (7) à - 15 V.

A la fin de ce créneau le blocage de T_3, T_6 ramène (7) à + 15 volts.

5.4.7 - Réalisation

La figure 5.46 représente les deux plaquettes imprimées constituant le sous-ensemble de service du bloc de mesure.

5.4.7 - Réalisation pratique du bloc de mesure

Le bloc de mesure associé à chaque capteur se présente comme un parallélépipède de dimensions comparables à celles du bloc de commande des déplacements (14 x 10 x 10 millimètres). Il est fixé sur des rails de guidage cylindriques à l'aide d'un écrou.

La moitié inférieure de ce boîtier sert de logement aux six sous-ensembles élémentaires constituant l'ensemble du circuit.

La moitié supérieure, elle, est occupée par le tube capteur, son câble souple d'alimentation et par les organes mécaniques de centrage des lances.

La figure 5.47 représente le schéma électrique de l'ensemble du montage dont la figure 5.46 donne une perspective éclatée.

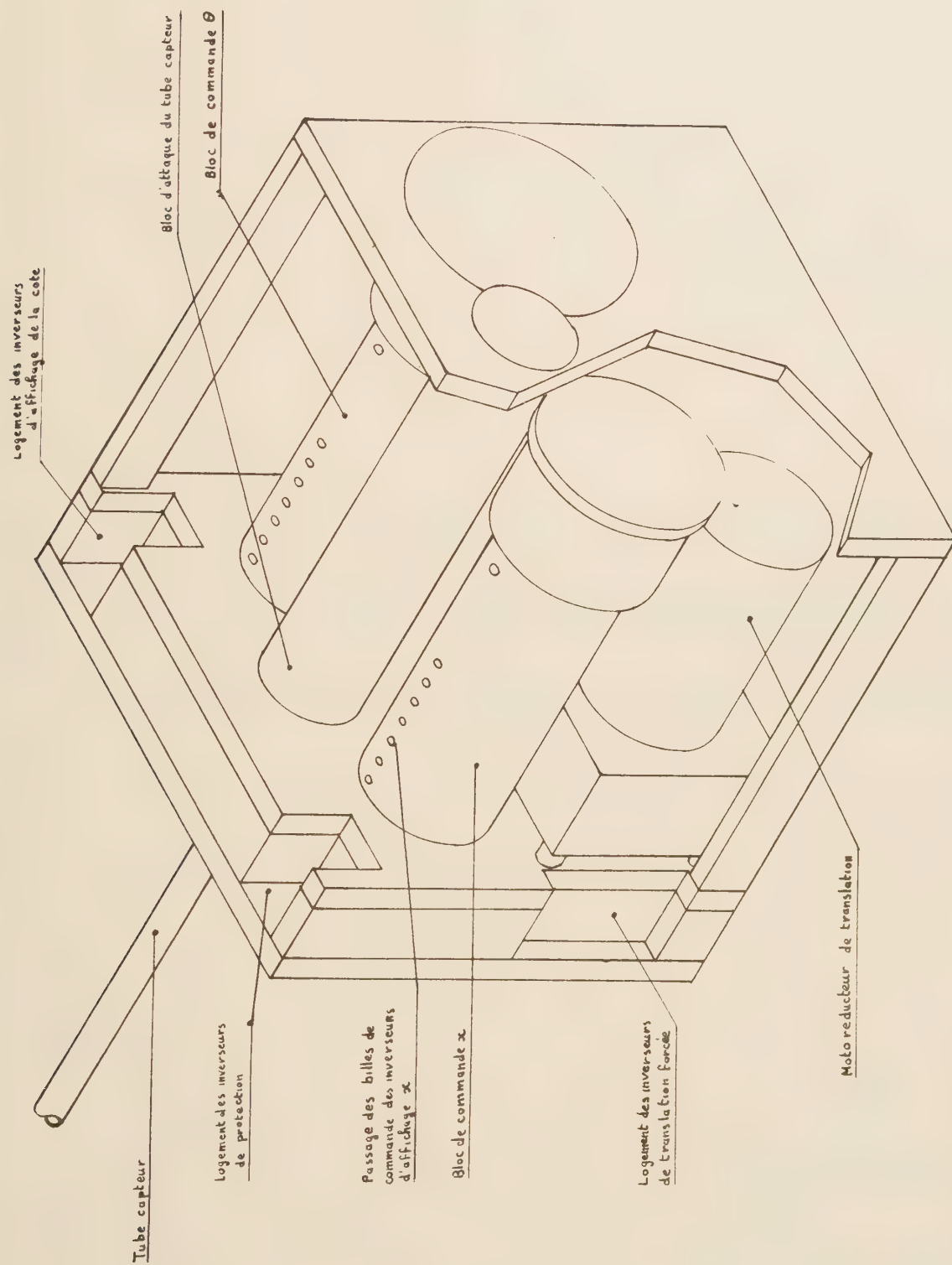
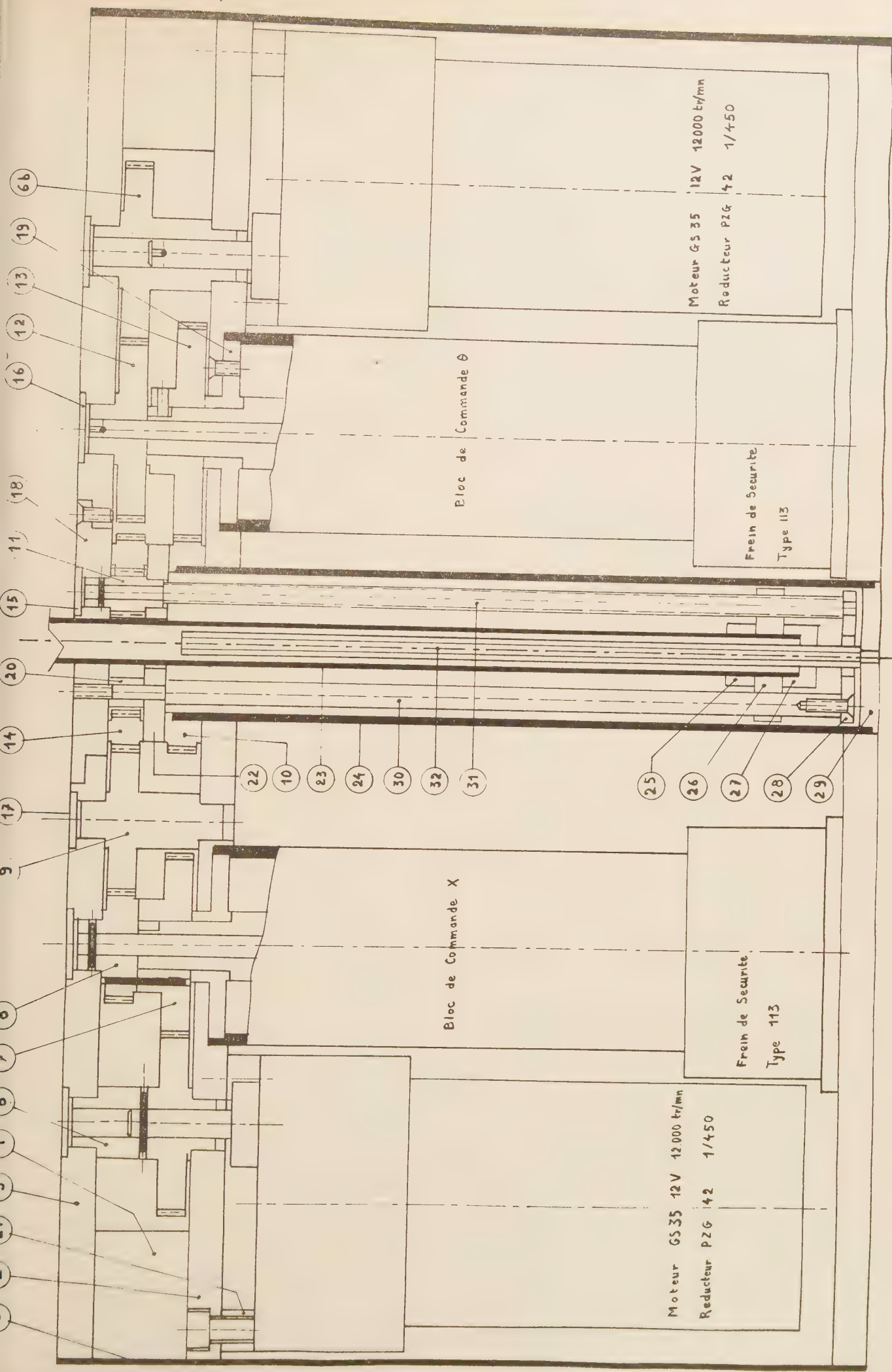
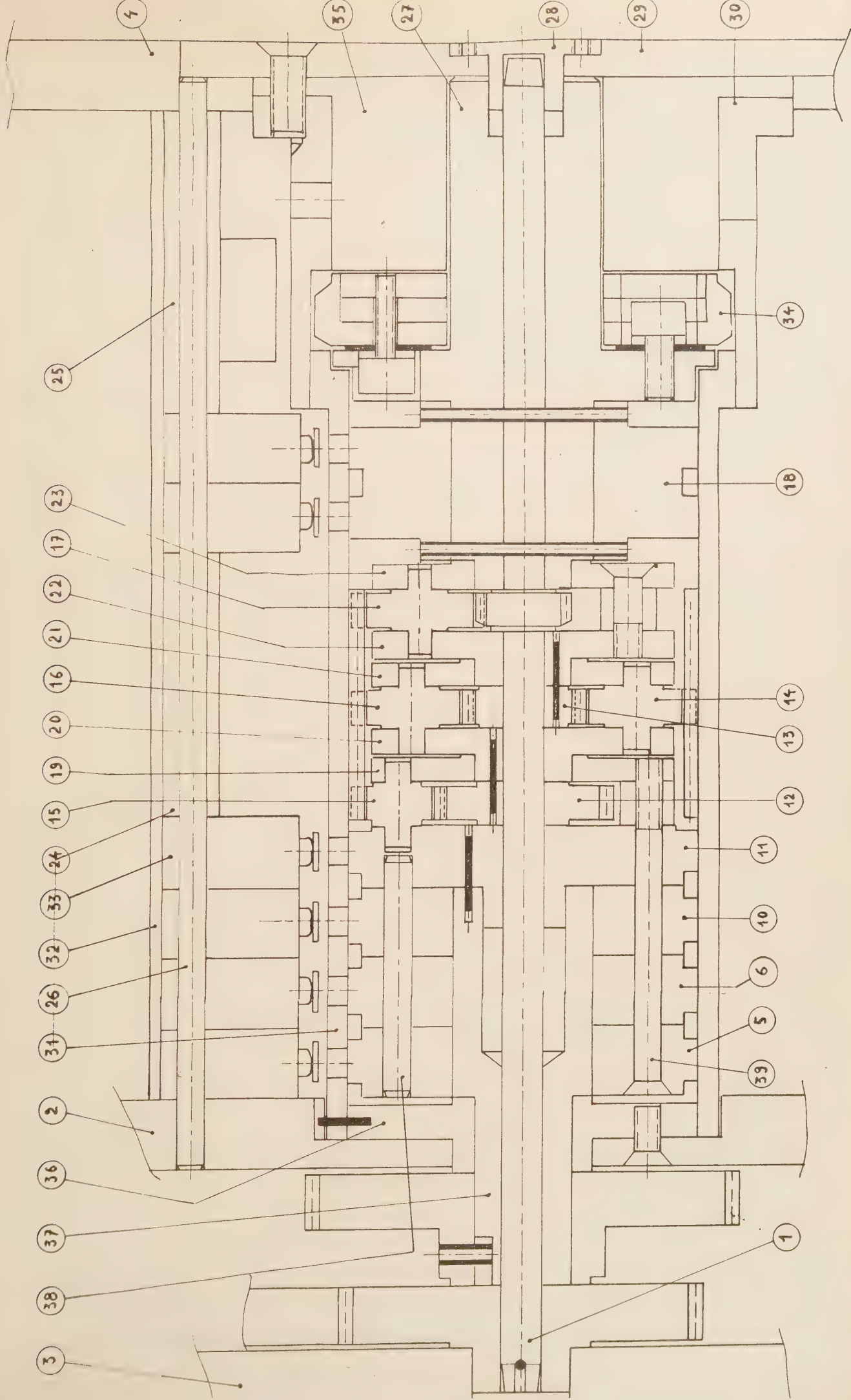


FIG 621

Realisation

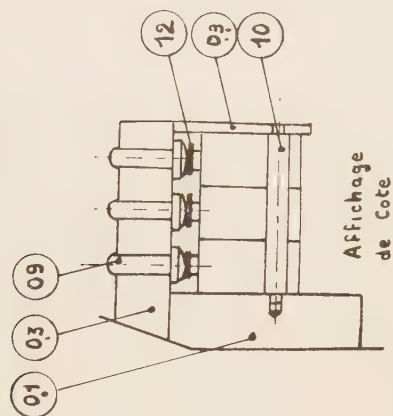
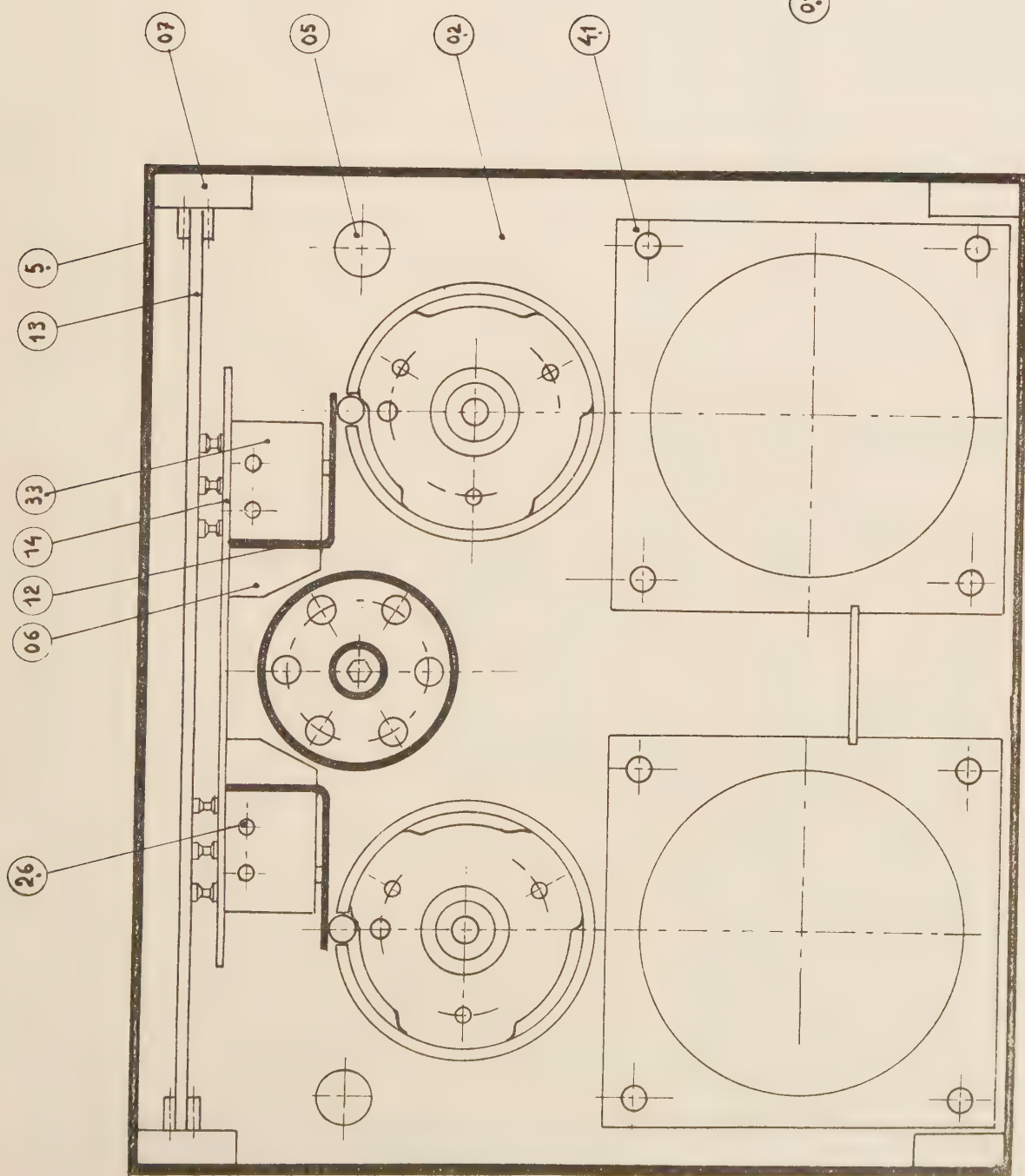
Bloc de deplacement





Bloc d'affichage

FIG 623
Realisation



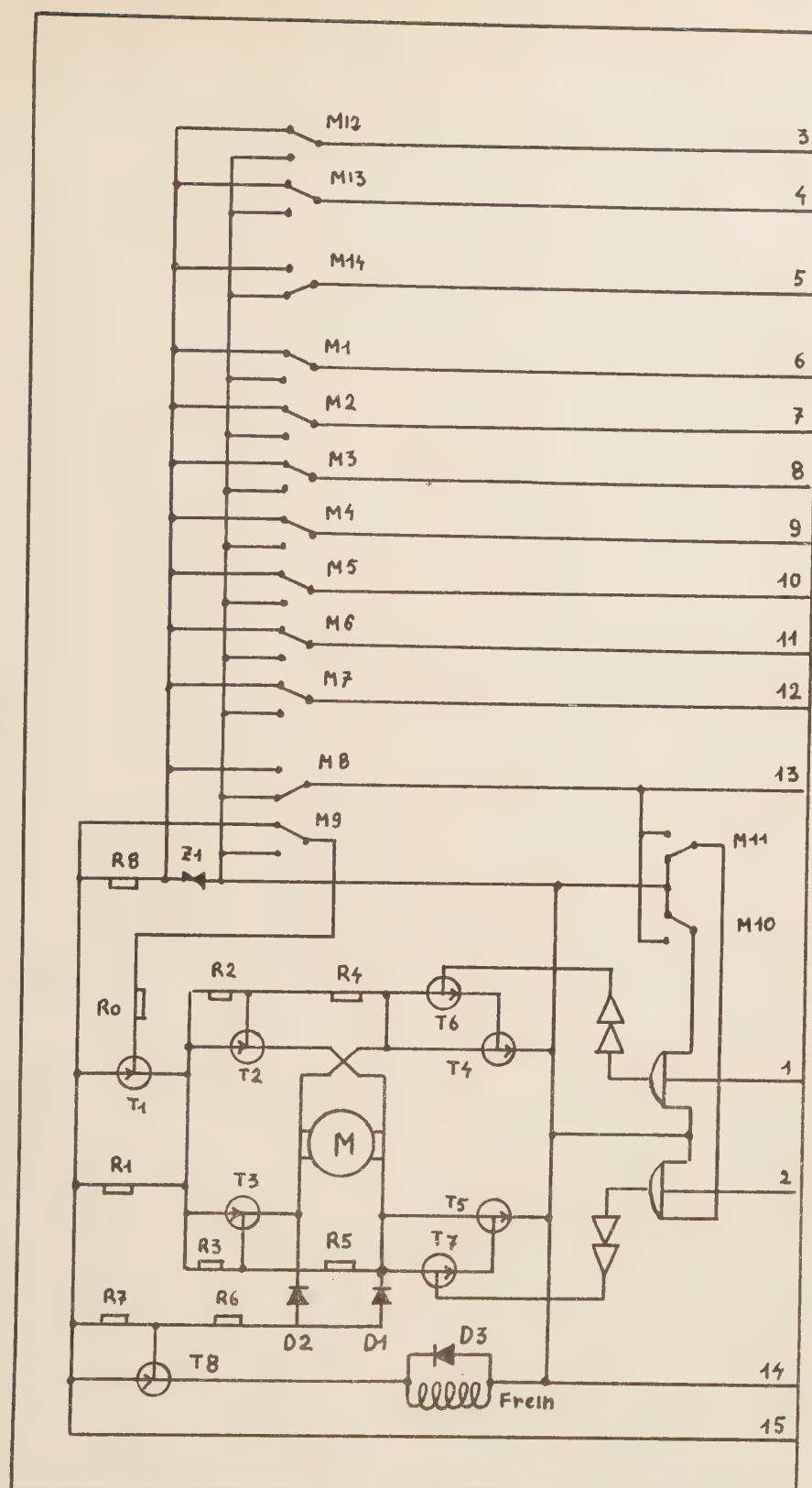
0V	14V	Z 40	Z 20	Z 10	Z 5	Z 4	Z 2	Z 1	def	Z 10	Z 8	Z 1	FT 2	AV 2	AR 2
		Ø 40	Ø 20	Ø 10	Ø 5	Ø 4	Ø 2	Ø 1					FT 6	AV 6	AR 6

Plaque à
Bornes

Affichage
de Cote

COUPE DU BLOC DE DEPLACEMENT





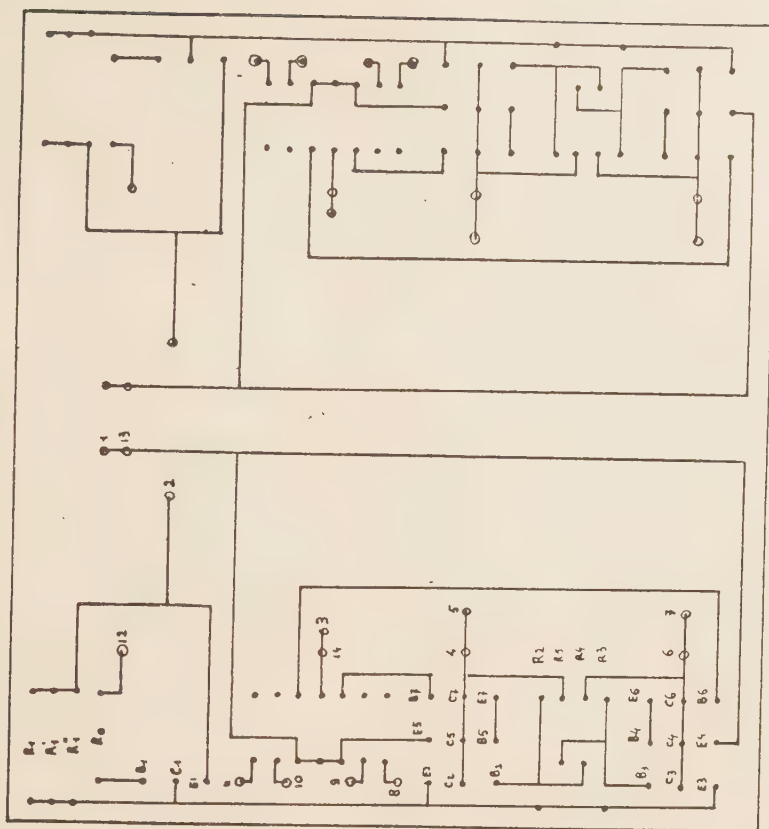
3 Z 8
 4 Z 10
 5 Default
 6 X 40
 7 X 20
 8 X 10
 9 X 8
 10 X 4
 11 X 2
 12 X 1
 13 Temoir de mouvement
 1 Marche avant
 2 Marche arriere
 14 0 Volt
 15 +14 Volts

Circuit de Commande

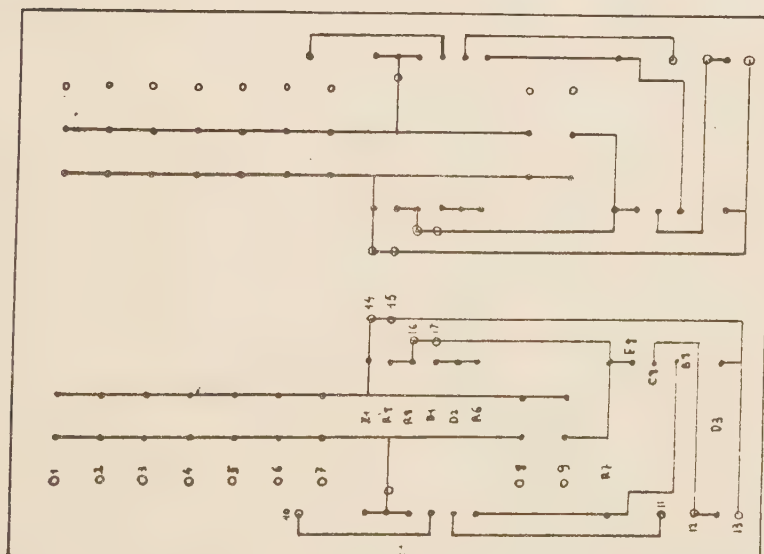
FIG 625

Principe

Plaque supérieure



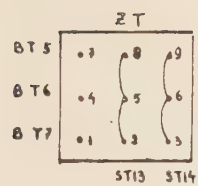
Plaque inférieure



Circuits de Commande

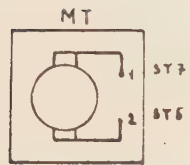
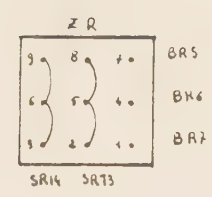
FIG 626

Realisation



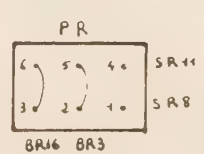
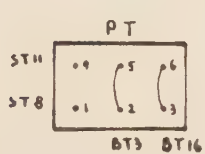
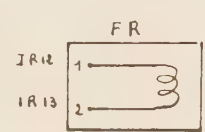
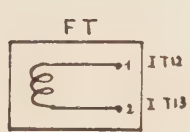
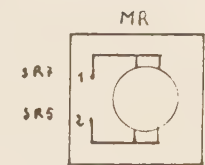
ZT3	14	15
ZT2	13	13
IT9	12	12
PT4	11	11
BT1	10	10
BT2	9	9
PT1	8	8
MT1	7	7
IT10	6	6
MT2	5	5
IT11	4	4
IT18	3	3
IT17	2	2
IT15	1	1

ZR3	14	15
ZR2	13	13
IR9	12	12
PR4	11	11
BR1	10	10
BR2	9	9
PR1	8	8
MR1	7	7
IR10	6	6
MR2	5	5
IR11	4	4
IR19	3	3
IR17	2	2
IR15	1	1



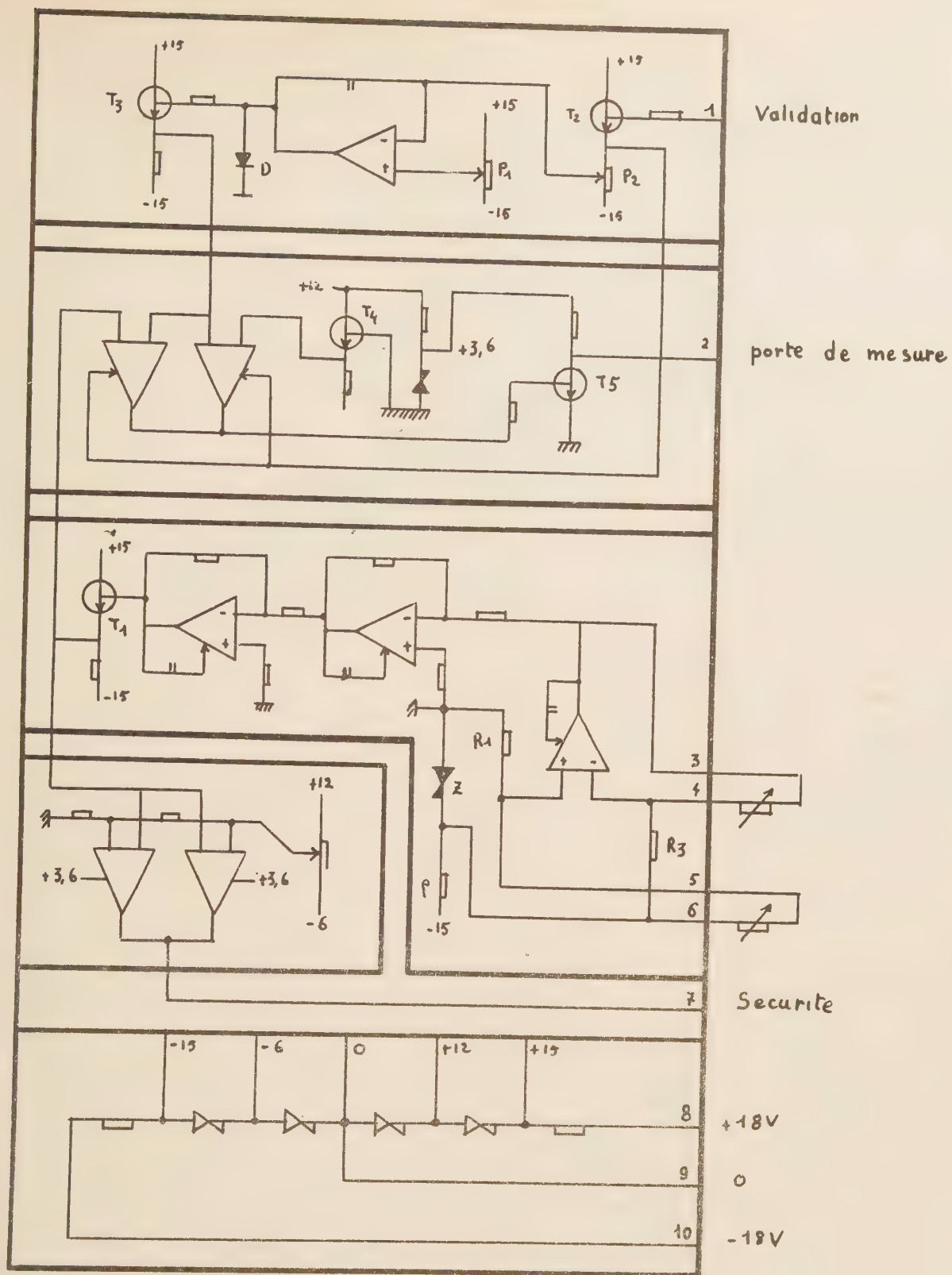
ST3	19	19
ST2	18	18
BT15	16	16
ST1	15	15
BT16	14	14
FT2	13	13
FT1	12	12
ST4	11	11
ST6	10	10
ST12	9	9
BT4	8	8
BT8	7	7
BT9	6	6
BT10	5	5
BT11	4	4
BT12	3	3
BT13	2	2
BT14	1	1

SR3	19	19
SR2	18	18
BR15	16	16
SR1	15	15
BR16	14	14
FR2	13	13
FR1	12	12
SR4	11	11
SR6	10	10
SR12	9	9
BR4	8	8
BR9	7	7
BR3	6	6
BR10	5	5
BR11	4	4
BR12	3	3
BR13	2	2
BR14	1	1



PT9 - IT14	16	0 volt	16	IR14 - PR3
IT16	15	+14 V	15	IR16
IT1	14	x 40 0 40	14	IR1
IT2	13	x 20 0 20	13	IR2
IT3	12	x 10 0 10	12	IR3
IT4	11	x 8 0 8	11	IR4
IT5	10	x 4 0 4	10	IR5
IT6	9	x 2 0 2	9	IR6
IT7	8	x 1 0 1	8	IR7
AT1	7	def. 2 4	7	ZK1
ZT4	6	Z10 2 2	6	ZR4
ZT7	5	Z8 2 1	5	ZR7
IT8	4	Fin de pas	4	IR8
PT2	3	Fin de pas	3	PR2
ST9	2	AVx AV8	2	SR3
ST10	1	ARx AR8	1	SR10
BT			BR	

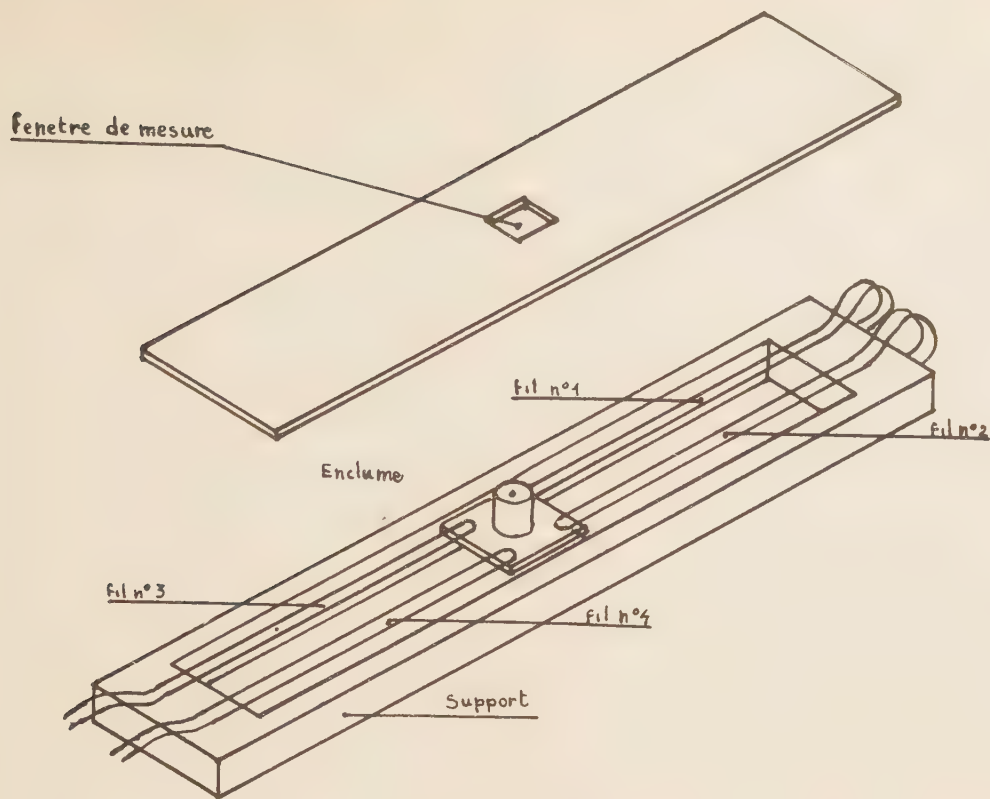
Vers le tiroir
inter face
par câble à
30 conducteurs



Mesure des Parametres Physiques

FIG 631

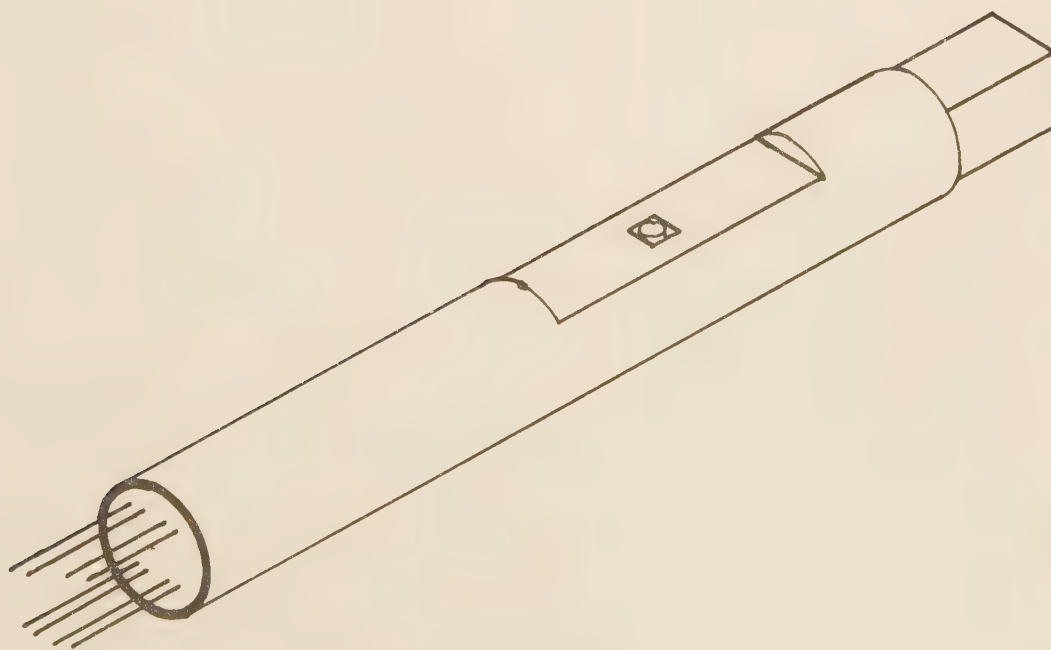
Principe



Capteur Ponctuel

FIG 641

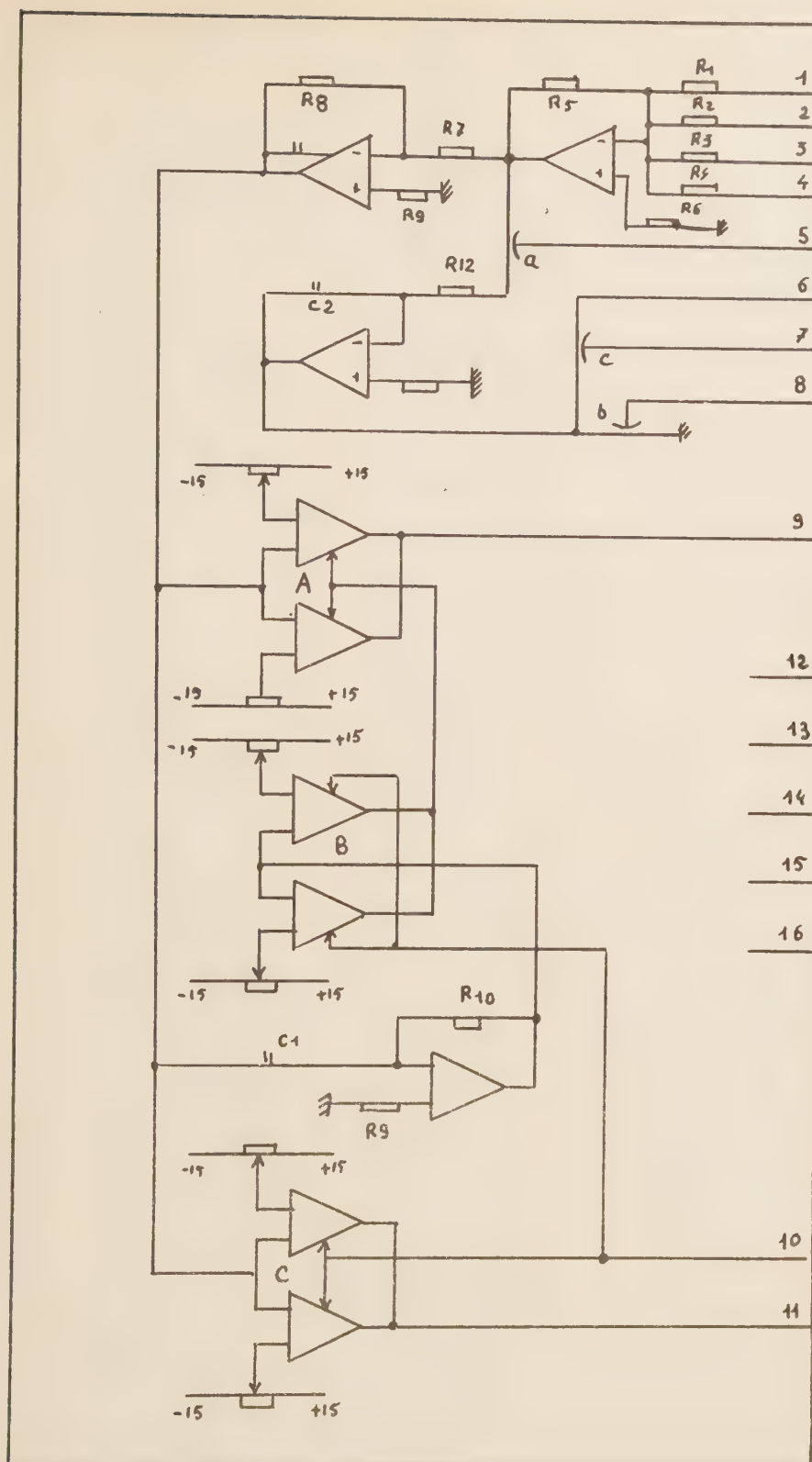
Principe



Capteur Ponctuel

FIG 642

Realisation



Amplificateur 1

2

3

4

Porte de mesure

Sortie analogique

Porte de Conversion

Initialisation

Comptage

- 15V

- 6 V

0

+ 12 V

+ 15V

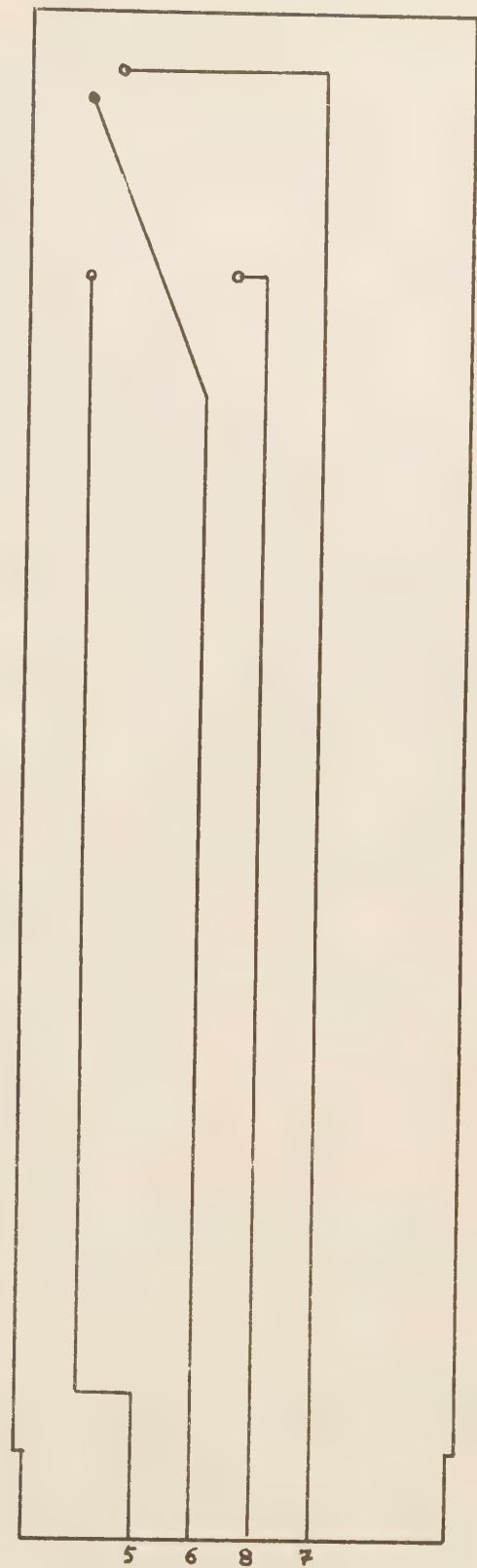
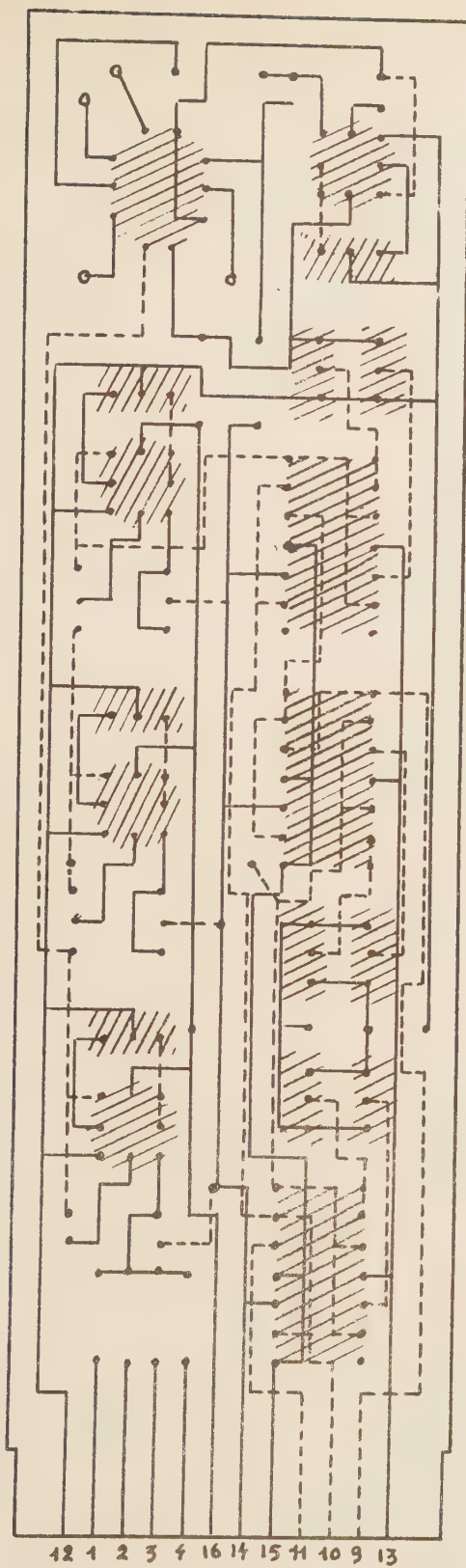
Validation

Comptage

FIG 643

Principe

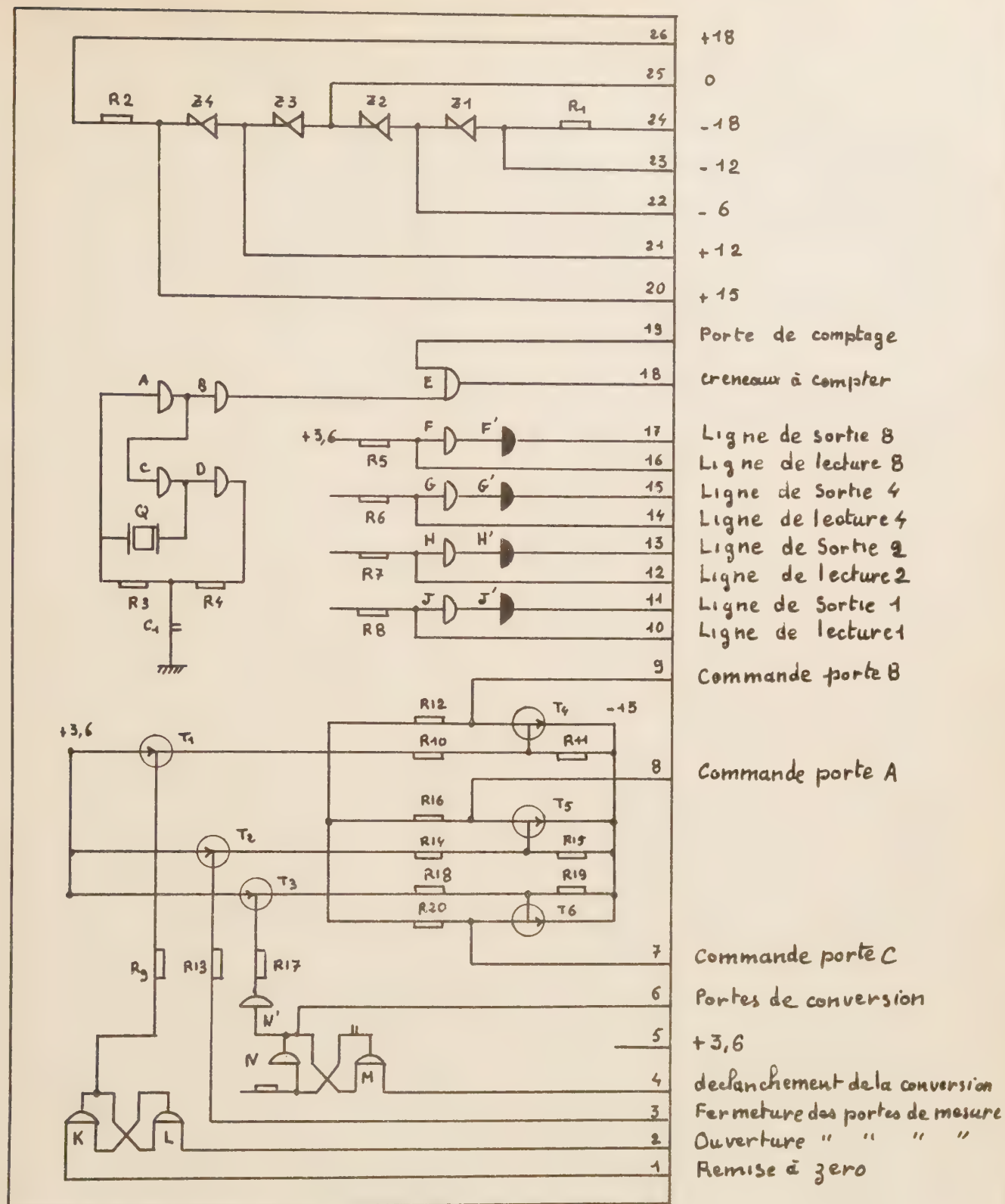
Circuit d'elaboration des resultats

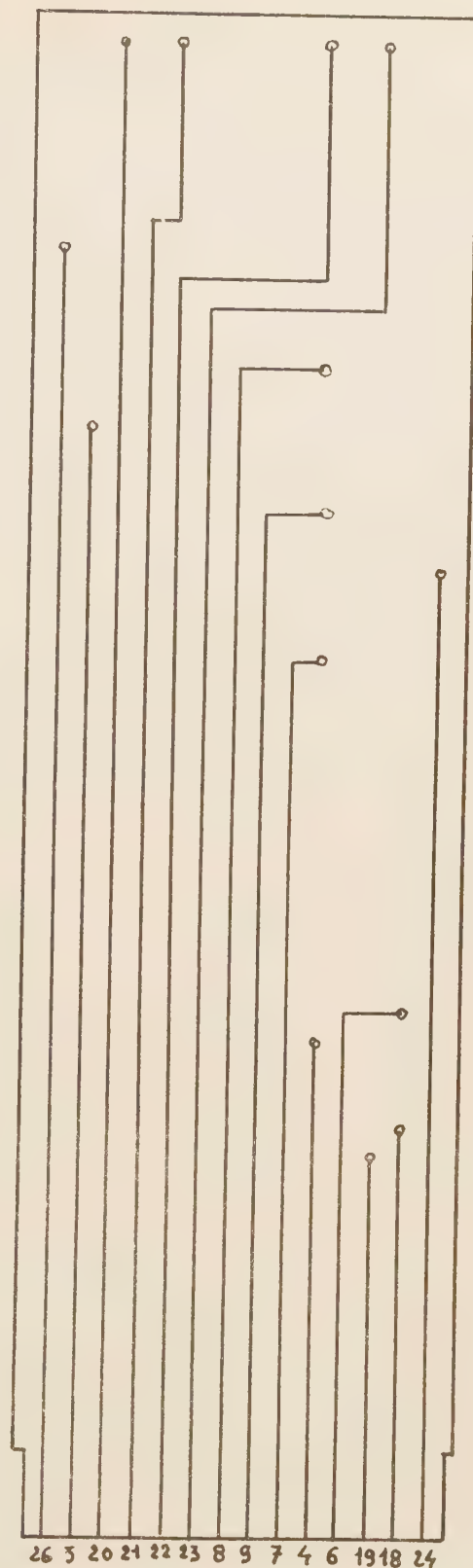
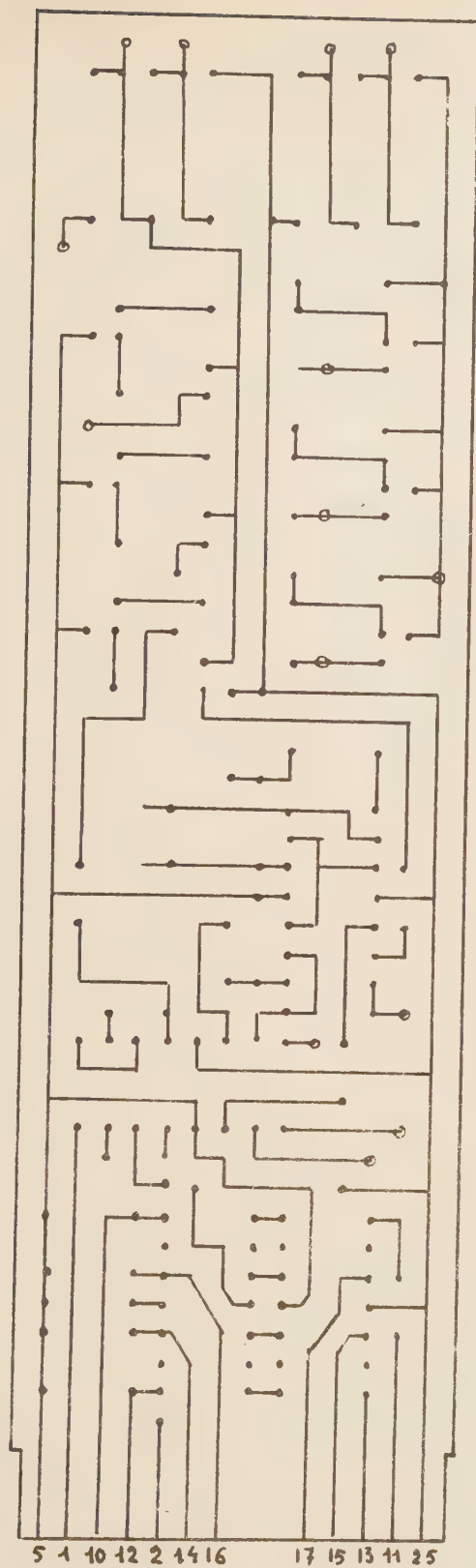


Circuit d'elaboration des resultats

FIG 644

Realisation





Circuits de Service

FIG 646

Realisation

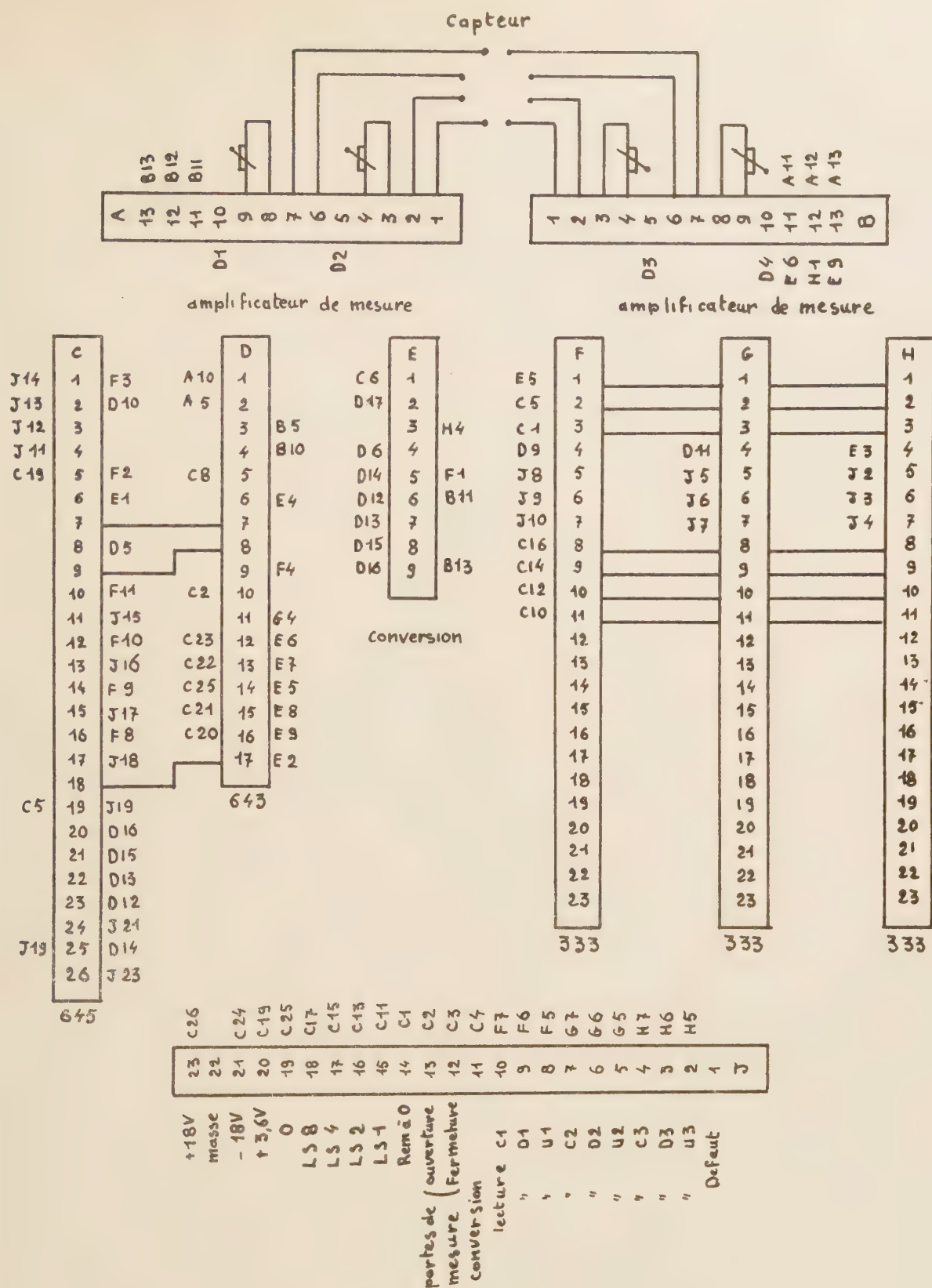


FIG 647

Schema de cablage

Principe



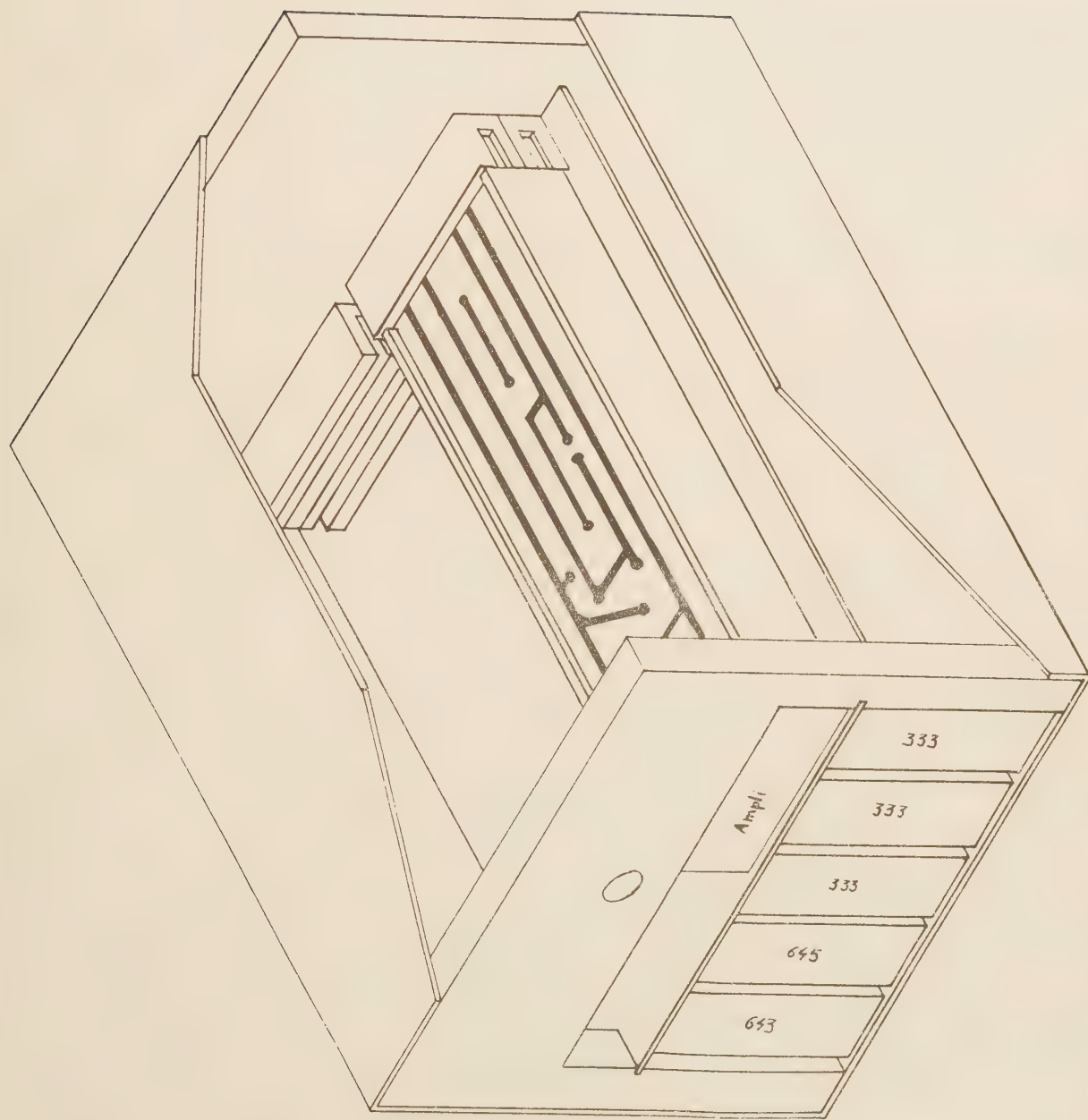


FIG 648

Realisation

Bloc de mesure

CONCLUSION

71 - BUTS DE L'INSTALLATION

711 - Objectifs à atteindre

L'appareillage décrit dans le présent rapport est destiné à l'étude des lits fluidisés denses et dilués en vue d'établir une comparaison entre leurs propriétés et celles des fluides classiques.

Pour établir cette comparaison il est nécessaire :

- de fixer, pendant toute la durée d'une expérience les paramètres physiques généraux du lit, c'est-à-dire :
 - . la pression à la base de la colonne de fluidisation
 - . la température de l'air admis
 - . le débit gazeux
 - . la carte des vitesses à la sortie de la grille de répartition d'air
- de disposer d'un moyen simple permettant l'étude statique et dynamique du lit.
 - . dans le premier cas les seuls mouvements des grains sont dus à l'agitation désordonnée caractéristique de la fluidisation
 - . dans le second on superpose à l'agitation un mouvement d'ensemble des grains à l'intérieur de la colonne.
- de mesurer les propriétés locales du lit fluidisé, c'est-à-dire essentiellement l'énergie cinétique des particules en différents points en perturbant aussi peu que possible l'ensemble du phénomène.
- d'exploiter les résultats de ces mesures pour en tirer des conclusions quant aux propriétés comparées des fluides classiques et des lits fluidisés.

712 - Difficultés à surmonter

Si l'on met à part les problèmes posés par la réalisation pratique de la colonne de fluidisation et de l'organe répartiteur d'air, problèmes d'ordre purement mécanique et pneumatique, les difficultés à vaincre avant d'atteindre les objectifs

fixés ont plusieurs origines.

- le principal obstacle réside dans la nécessité d'effectuer la mesure ponctuelle des paramètres locaux du lit fluidisé, sans apporter de perturbations sensibles de son comportement. Ceci suppose l'emploi d'un instrument de mesure de très petites dimensions sensible uniquement à l'énergie cinétique d'une particule fluidisée mais indifférent aux variations locales de la pression de l'air servant à la mise en suspension des grains.

- la seconde difficulté réside dans la nécessité de déplacer facilement le capteur à l'intérieur du lit, ce qui impose l'emploi de systèmes électromécaniques de faible volume permettant à l'élément sensible d'explorer toute la section droite du lit.

- une troisième difficulté réside dans la durée d'une expérience (environ 60 heures), ce qui exige une automatisation complète de l'installation, donc :

. la mise au point d'un automate de pilotage gouvernant chacune des phases élémentaires de l'essai et assurant leur enchaînement sans intervention de l'opérateur

. l'emploi de systèmes de protection assez élaborés pour détecter les défauts de toute nature et prendre les mesures de sauvegarde nécessaires.

- la quatrième difficulté vient du très grand nombre des résultats partiels fournis par chaque expérience (environ 60 résultats numériques par minute), ce qui exige l'emploi d'un système assez puissant d'acquisition et de traitement des données numériques.

72 - APPAREILLAGE UTILISE

Pour atteindre les objectifs fixés en dépit des difficultés énumérées ci-dessus, la réalisation de l'installation a nécessité la mise au point d'un certain nombre de dispositifs originaux, tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électronique.

721 - Réalisation des dispositifs de mesure ponctuels

Les capteurs ponctuels de mesure des paramètres locaux du lit fluidisé sont des dispositifs extensométriques logés dans un tube de six millimètres de diamètre. Cette dimension a été choisie aussi faible afin de perturber aussi peu que possible le comportement du lit fluidisé.

L'élément sensible se présente sous la forme d'une fenêtre carrée de un millimètre de côté à l'intérieur de laquelle une enclume de 800 microns de diamètre reçoit l'impact des particules fluidisées. Ces dimensions garantissent une mesure ponctuelle : les billes de verre constituant le lit fluidisé ayant un diamètre compris entre 700 et 900 microns, l'élément sensible ne peut détecter l'impact que d'une seule

particule à la fois.

L'étalonnage du capteur s'effectue dans le vide en mesurant l'amplitude du signal électrique engendré par la chute d'une bille de dimensions données tombant, sans vitesse initiale, d'une hauteur connue.

722 - Réalisations des dispositifs de déplacement

Les dispositifs de déplacement de l'élément sensible sont des ensembles électromécaniques de petites dimensions permettant d'imposer au capteur ponctuel deux mouvements indépendants.

- le premier est une translation le long d'un axe horizontal perpendiculaire à la normale à l'élément sensible.

- le second est une rotation de l'élément sensible autour de l'axe de translation.

Ces deux mouvements, rigoureusement indépendants, s'effectuent par pas élémentaires d'amplitude réglable et, à chaque instant, des dispositifs d'affichage permettent de connaître la position de l'élément sensible.

723 - Réalisation des dispositifs de pilotage

Le dispositif de pilotage de l'installation, chargé de contrôler le déroulement d'une expérience et de protéger le montage contre tous défauts, est un automate séquentiel à fonctionnement asynchrone construit entièrement au moyen de circuits intégrés logiques. Son organisation interne fait appel à une série de micro-programmes, commandant chacun une opération élémentaire, et dont l'enchaînement peut être imposé par l'opérateur au début de chaque expérience.

73 - CONCLUSION

Tel qu'il est décrit dans le présent rapport, le montage a été construit en vue de l'étude des lits fluidisés. Sa réalisation pratique permet une maintenance simple : la décomposition des circuits électroniques en sous-ensembles monoblocs embrochables permet de détecter rapidement l'origine d'une panne et, comme le nombre des sous-ensembles distincts est assez réduit, il suffit de disposer d'un petit nombre d'éléments de rechange pour effectuer un dépannage rapide n'interrompant que pendant un temps très court le déroulement d'un essai.

Sa conception modulaire permet de trouver facilement d'autres applications au dispositif :

- le capteur de mesure ponctuel et ses circuits associés peut être utilisé ailleurs que dans un lit fluidisé (c'est cette possibilité qui est exploitée

pour l'étalonnage)

- l'élément sensible du capteur peut être remplacé par d'autres dispositifs extensométriques et, moyennant une modification du câblage des circuits de mesure, fournir des résultats différents de ceux nécessaires à l'étude des lits fluidisés.

Les dispositifs électromécaniques de déplacement peuvent être utilisés seuls pour imposer des mouvements, indépendants ou non, à des appareillages de faible masse et, moyennant quelques modifications mécaniques simples, il est facile :

- d'augmenter ou de diminuer l'amplitude de chaque pas élémentaire de déplacement

- de faire varier l'amplitude totale de chaque mouvement.

L'automate de commande, moyennant le remplacement d'un petit nombre de sous-ensembles, peut être utilisé pour le pilotage de dispositifs très différents de celui employé pour l'étude des lits fluidisés.

En résumé l'installation décrite dans le présent rapport en vue d'une application particulière a été conçue avec le souci de lui trouver, lorsque sera terminée l'étude des lits fluidisés, d'autres usages, non encore parfaitement définis, mais ne nécessitant qu'un travail d'adaption simple et peu onéreux.

Vu.

Les Membres du Jury,

Mesnard

Lespinasse

Arnal

MM. MESNARD

LESPINASSE

ARNAL

ASCH

Vu et approuvé.

Le Directeur de l'U.E.R.
de Physique

Le Duff

Vu et accordé le permis d'imprimer.

LYON, le 26 avril 1971

Le Président de l'Université
Claude Bernard,

1/257

J. BOIDIN



